



**Daniel da
Silva Cunha**

ESTÁGIO EM PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL



**Daniel da
Silva Cunha**

ESTÁGIO EM PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL

Relatório de Estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Professor José Alberto Marques Lapa, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e sob patronato da Engenheira Amélia Torres Pereira, gerente da empresa Fénix, Projetos de Engenharia Civil, Lda.

o júri

presidente

Prof. Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutor António José Pereira de Figueiredo
Investigador da Universidade de Aveiro

Prof. José Alberto Marques Lapa
professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Inicialmente agradeço à minha família pela paciência e todo o apoio que me deram para concluir este percurso.

Seguidamente agradeço aos meus colegas de curso por nos acompanharmos durante toda a vida académica, pela ajuda e partilha de conhecimento que fizemos tantas vezes e pelas noites perdidas no estudo e na diversão.

Agradeço também ao meu orientador Professor José Alberto Marques Lapa por tudo aquilo que foi transmitindo ao longo do percurso académico, pela disponibilidade e ajuda na orientação do trabalho e pela ajuda prestada na solução dos problemas iniciais do Edifício ARCHEE, estendendo os agradecimentos a todos os colaboradores da empresa FERREIRA LAPA, Lda.

À Engenheira Amélia Pereira, a todos os colaboradores da FÉNIX, PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL, Lda. e ao Arquiteto Ricardo Azevedo e seus colaboradores por todos os trabalhos em que participamos juntos e pelas partilhas de conhecimento, experiências e convívios que fizemos e tivemos, pela orientação que me foram dando em cada trabalho realizado e pelas dicas que me passaram para melhorar os rendimentos na execução dos projetos.

À ARCHEE MADEIRA – Construções Lda. e à CRV Construções, Lda., ao Arquiteto Rui Reis, ao Arquiteto Pedro Veloso e restantes colaboradores pela oportunidade que me deram de ir acompanhado as obras de perto podendo observar métodos construtivos, identificar algumas lacunas e tentar resolvê-las e mais ainda a oportunidade de seguir de perto o Edifício ARCHEE, tanto em projeto como na busca de soluções para as inspeções, projetos e agora em obra, uma vez que é preciso saber lidar muito bem com o pessoal do terreno.

Agradeço também aos meus amigos, incluindo os meus colaboradores da QUINTA D'ORNELLAS e ao Grupo Musical SÓ PRA PULAR por alguns dias que não pude estar convosco, mas nesta fase sei que estão todos comigo e por isso vos deixo o meu obrigado.

Agora mais em particular para os meus pais e irmã por todo o esforço que vamos fazendo para termos estas oportunidades em que a minha está a chegar ao fim do percurso académico e pela unidade que somos. Este sim é muito especial!

palavras-chave

Projetos, Especialidades de Engenharia, Estabilidade, Betão Armado, Reforço de Estruturas, Redes, Gás, Abastecimento, Drenagem, Térmico, Acústico, Entidades

resumo

O presente trabalho é baseado num estágio curricular feito sobre projetos de Engenharia Civil na empresa Fénix, Projetos de Engenharia Civil, Lda. nas vertentes da Estabilidade, Térmica, Acústica, Redes Prediais de Abastecimento e Drenagem, Redes de Gás e Segurança Contra Incêndio.

Inicialmente são apresentados os projetos de forma geral que foram realizados e depois é apresentado um caso prático de estudo que incluiu também o acompanhamento ativo da obra relacionada com o Edifício ARCHEE, em Santo Tirso.

Este edifício, construído e abandonado há 39 anos, foi alvo de estudo para reabilitação e ampliação com recurso a inspeções técnicas à estrutura existente tanto do betão armado como do solo onde foram implantadas as fundações do mesmo e ensaios de prova DPM e de compressão axial de carotes retirados dos elementos existentes do mesmo.

Realizaram-se os projetos das especialidades mediante os resultados e instruções dadas pelo relatório técnico resultante do descrito acima.

Durante o estágio cada trabalho que foi feito foi entregue para licenciamento e também o conteúdo incide um pouco nessa vertente, demonstrando as várias formas de o obter, quer por licenciamento normal ou comunicação prévia, elaboração de processos para pedido de autorização de utilização, algumas legalizações e consulta de entidades externas para certificar algumas especialidades obrigatórias como descrito no relatório.

keywords

Projects, Engineering Specialties, Stability, Reinforced Concrete, Reinforcement of Structures, Networks, Gas, Supply, Drainage, Thermal, Acoustic, Companies

abstract

The present work is based on a curricular internship done on Civil Engineering projects at the company Fénix, Civil Engineering Projects, in the aspects of Stability, Thermal, Acoustics, Predental Networks of Supply and Drainage, Gas Networks and Fire Safety.

Initially, the projects are presented in a general way and then a practical case study is presented, which also includes the active monitoring of the work related to the ARCHEE Building in Santo Tirso.

This building, built and abandoned 39 years ago, was the subject of a study for rehabilitation and expansion with the use of technical inspections of the existing structure of both the reinforced concrete and the ground where the foundations of the concrete were implanted and DPM and axial compression tests of removed from existing elements of the same.

The projects of the specialties were carried out by means of the results and instructions given by the technical report resulting from the above described.

During the internship, each work that was done was submitted for licensing and also the content focuses a little on this aspect, demonstrating the different ways of obtaining it, either by licensing or prior communication, elaboration of processes for requesting permission to use, some legalization and consultation of external companies to certify some mandatory specialties as described in the report.

ÍNDICE

ÍNDICE	I
Índice de Figuras	III
Índice de Tabelas	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Organização do Relatório de Estágio	1
1.2 Enquadramento	2
1.3. Motivação	3
1.4. Objetivos	3
1.5. Descrição da empresa	4
1.6. Plano de estágio	5
2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA/ESTADO DA ARTE	7
2.1. Regulamentação Portuguesa	7
2.2. Eurocódigos	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1. Metodologia	11
3.2. Calendarização	12
4. Projetos de Engenharia Civil	13
4.1. Enquadramento	13
4.2. Projetos de Especialidades	16
4.2.1. Projeto de Estabilidade	17
4.2.2. Projeto de Abastecimento de Água	19
4.2.3. Projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas	23
4.2.4. Projeto de Drenagem de Águas Pluviais	29
4.2.5. Projeto da Rede de Gás	34
4.2.6. Projeto de Comportamento Térmico	37
4.2.7. Projeto de Condicionamento Acústico	40
4.2.8. Projeto de Segurança Contra Incêndios	41
5. Apresentação do caso de estudo – Edifício ARCHEE	45
5.1. Enquadramento	45
5.2. Inspeção Técnica e Ensaios	46
5.3. Projetos de Especialidades	49
5.3.1. Projeto de Estabilidade e técnicas de reparação do betão	51
5.3.2. Projeto de Abastecimento de Água	60
5.3.3. Projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas	65

5.3.4.	Projeto de Drenagem de Águas Pluviais.....	70
5.3.5.	Projeto da Rede de Gás.....	74
5.3.6.	Projeto de Condicionamento Acústico	87
6.	Conclusão/Discussão	93
7.	Referências Bibliográficas	97
8.	Anexos.....	99
8.1	Projeto de Estabilidade – Edifício ARCHEE	99
8.2	Projeto de Abastecimento de Água – Edifício ARCHEE.....	100
8.3	Projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas – Edifício ARCHEE ..	101
8.4	Projeto de Drenagem de Águas Pluviais – Edifício ARCHEE.....	102
8.5	Projeto da Rede de Gás – Edifício ARCHEE	103
8.6	Projeto de Comportamento Térmico – Edifício ARCHEE.....	104
8.7	Projeto de Condicionamento Acústico – Edifício ARCHEE	105
8.8	Projeto de Segurança Contra Incêndios – Edifício ARCHEE	106

Índice de Figuras

Figura 1 - Regiões Pluviométricas em Portugal	31
Figura 2 - Estado atual do edifício.....	45
Figura 3 - Enquadramento com Auto-Estrada	46
Figura 4 - Perspetiva Final do Edifício ARCHEE.....	50
Figura 5 - Estrutura existente edifício ARCHEE	52
Figura 6 - Perspetiva frontal do edifício ARCHEE	53
Figura 7 - Perspetiva traseira do edifício ARCHEE.....	53
Figura 8 - Execução de trabalhos de reforço das fundações.....	55
Figura 9 - Betonagem executada da mesma sapata	55
Figura 10 - Reforço de Pilar existente com tratamento de armaduras executado	57
Figura 11 - Execução de armaduras de reforço em pilares.....	58
Figura 12 - Reforço e betonagem efetuados nos pilares.....	59
Figura 13 - Realidade virtual do Edifício ARCHEE	91

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Eurocódigos.....	8
Tabela 2 - Calendário de Estágio.....	12
Tabela 3 - Caudais Instantâneos por dispositivo	20
Tabela 4 - Caudais de Descarga	26
Tabela 5 - Parâmetros a, b	30
Tabela 6 - Características do Gás Natural	35
Tabela 7 - Caudais instantâneos	62
Tabela 8 - Dispositivos, Caudais instantâneos e diâmetro de ramal de descarga.....	66
Tabela 9 - Distâncias máximas entre suportes.....	68
Tabela 10 - Sifões	69
Tabela 11 - Projetos para habitações unifamiliares	95
Tabela 12 - Projetos para habitação coletiva	95
Tabela 13 - Projetos para edifícios industriais.....	96

1. INTRODUÇÃO

O relatório de estágio é elaborado mediante a unidade curricular anual Dissertação/Projeto/Estágio pertencente ao plano de estudos do Mestrado Integrado Engenharia Civil (MIEC), promovido pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil), neste caso incidindo num estágio curricular com o tema Projetos de Engenharia Civil na empresa Fénix, Projetos de Engenharia Civil, Lda.

O estágio em Projetos de Engenharia Civil permitiu consolidar os temas referidos e abordados nas unidades curriculares ao longo do plano de estudos principalmente nas áreas da Térmica, Estruturas de Edifícios, Acústica, Hidráulica e Segurança Contra Incêndios, permitindo assim compreender todo o processo de execução dos projetos num gabinete de Engenharia Civil e a preparação para entidades certificadoras e Câmaras Municipais dos vários Concelhos.

1.1 *Organização do Relatório de Estágio*

O relatório de estágio está organizado da seguinte forma: 5 Capítulos e Conclusão/Discussão.

No Capítulo 1 está contemplada a Introdução onde consta o trabalho proposto a desenvolver ao longo do período de estágio, enquadramento do tema proposto na realidade atual, a motivação para a realização do estágio curricular, objetivos a atingir com a realização do estágio, descrição da empresa acolhedora (Fénix, Projectos de Engenharia Civil, Lda) e o plano de estágio proposto inicialmente.

O capítulo 2 contempla a Pesquisa Bibliográfica/Estado da Arte onde são descritas as ferramentas necessárias para o sucesso do cumprimento dos objetivos propostos. Essas ferramentas são a regulamentação portuguesa e Eurocódigos imprescindíveis para o desenvolvimento e conclusão dos projetos de especialidades propostos a realizar e acompanhar na empresa e nas atividades extracurriculares.

No capítulo 3 estão presentes os materiais e métodos correspondentes à metodologia proposta para a realização do estágio e a sua calendarização ao longo do tempo.

No capítulo 4 apresentam-se as metodologias para a elaboração dos projetos de especialidades apresentados em anexo.

O capítulo 5 diz respeito aos projetos de especialidades elaborados e acompanhados na empresa acolhedora para o mesmo edifício.

No final do relatório estará presente um capítulo destinado a Conclusão/Discussão, outro destinado a Referências Bibliográficas e os Anexos.

1.2 Enquadramento

Os projetos de Engenharia Civil cada vez têm mais importância na execução das obras, pois são estes atestam/garantem parte da qualidade de execução. Os projetos são compostos por peças escritas e desenhadas que definem e caracterizam a concepção funcional, estética e estrutural, envolvendo a arquitetura e as especialidades ou projetos de engenharia.

A importância da sua pormenorização é reconhecida como fundamental para a garantia da qualidade, do controlo dos custos e prazos, prevenção de patologias no decorrer da construção e ainda na escolha de soluções que visam a poupança de gastos em energia adicional para garantir o conforto no interior das frações ao longo da vida útil dos edifícios. Dada a importância dos projetos na produção do setor da construção, é fundamental que haja uma boa coordenação entre todas as especialidades envolvidas na construção de um edifício de forma a evitar ao máximo erros que podem levar ao aparecimento de patologias futuras e consequentemente ao insucesso dos empreendimentos.

Um bom projeto, isento de erros, omissões e ambiguidades e bem organizado dá melhores garantias de sucesso na concretização dos empreendimentos, enquanto que um projeto deficiente poderá ter consequências imprevisíveis no desenvolvimento dos mesmos [1].

Algumas das causas que podem justificar as deficiências dos projetos são o fato de não existirem estudos geotécnicos que caracterizam os terrenos onde serão feitas as fundações dos edifícios a projetar, sendo feito um dimensionamento empírico, isto é, com base na experiência do engenheiro que vai fazer o projeto de estabilidade do edifício levando a uma deficiente avaliação dos movimentos de terras provocando também a longo prazo patologias nos arranjos exteriores. A falta de coordenação entre as diferentes especialidades com os trabalhos exteriores com destaque para a arquitetura paisagística e ligações de infraestruturas às redes locais, a não existência do controlo de qualidade em obra permitindo a identificação de erros cometidos e caso necessário a imputação da

responsabilidade aos empreiteiros envolvidos nas respetivas atividades e a falta de rigor na definição dos projetos de execução nomeadamente para os cadernos de encargos, mapas de medições e mapas de acabamentos.

Este tipo de erros é comum quando cada tipo de especialidade é contratada a gabinetes diferentes. Desta forma a coordenação entre projetos deixa de existir e são produzidos muitos erros que no futuro comprometem a viabilidade do imóvel a ser construído, pois leva a que sejam originados mais erros na construção o que faz com que apareçam a curto e médio prazo patologias significativas que têm que ser resolvidas levando a custos muito superiores aos previstos.

1.3. *Motivação*

A motivação para realizar um estágio curricular em Projetos de Engenharia Civil em vez de uma dissertação deve-se ao fato de poder aplicar os conceitos e assuntos abordados no curso numa vertente mais realista e prática da Engenharia Civil, sendo neste caso o desenvolvimento de projetos num gabinete de Engenharia Civil composto por uma equipa coordenada e motivada.

Outro ponto importante para esta escolha foi a experiência que vai ser adquirida ao longo do estágio, valorizada pelas entidades empregadoras que cada vez mais procuram profissionais já com alguma experiência, podendo ser um fator chave na inserção do mercado de trabalho atual.

1.4. *Objetivos*

O estágio visa o acompanhamento de projetos realizados no gabinete de Engenharia Civil nas áreas da térmica, estruturas de edifícios, hidráulica, gás, acústica e segurança contra incêndios.

Os objetivos propostos são a integração na equipa de projeto, com vista a aplicar e consolidar os conteúdos necessários abordados ao longo do plano curricular nas diferentes áreas dos projetos indicadas acima, colaboração e observação do trabalho executado pela equipa. Para isso é necessária uma análise da regulamentação nacional e europeia aplicável aos projetos já mencionados assim como a aprendizagem de alguns *softwares* tais como o

CYPE MEP para a área de hidráulica (abastecimento de águas, drenagem de águas residuais e pluviais) e contacto com outros programas como AUTOCAD, SAP2000 e CYPECAD.

Ao longo da execução do estágio pretende-se atingir objetivos a nível técnico, empírico, social, ético e profissional, isto é, pretende-se conhecer e aplicar os termos técnicos corretos a cada área de intervenção, adquirir experiência profissional com o saber fazer e desenvolver características de trabalho individuais e coletivas, com maior ênfase para o trabalho coletivo cada vez mais necessário no mercado de trabalho.

Assim, cumprindo os objetivos propostos, as expectativas para a realização deste estágio são a consolidação de conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do plano curricular pertencente ao MIEC na área de Engenharia e Construção Civil, aquisição de experiência profissional e empírica em projeto, aquisição de maior conhecimento em processos construtivos e aperfeiçoamento da capacidade de trabalho em equipa e individual em projeto.

Ao longo do estágio foi proposto por outra empresa o acompanhamento de duas obras a decorrerem em Santo Tirso, o Edifício do Parque já na fase de acabamentos e arranjos exteriores e outro edifício à entrada sul que está devoluto e vai ser intervencionado, auxiliando o Diretor de obra com os autos de medição e acompanhamento da construção e reabilitação dos edifícios.

Realça-se que os objetivos relativos aos projetos serão os mais desenvolvidos, sendo o acompanhamento dos dois edifícios em Santo Tirso consideradas como atividades secundárias, mas também muito importantes na formação do estagiário a nível profissional e de consolidação de conhecimentos relativamente a processos construtivos de fachadas como aplicação de ETICS e Zinco e a compatibilização dos dois materiais, acabamentos interiores, impermeabilizações, arranjos exteriores e reabilitação de estruturas de betão armado.

1.5. Descrição da empresa

A Fénix nasceu de um projeto pessoal, que tomou forma em 2006, enquanto empresa.

Os dois primeiros anos foram essencialmente dedicados à realização de projetos na área da Engenharia Civil.

A empresa foi criando um *know-how*, que rapidamente a demarcou na área tendo rapidamente impulsionado o seu percurso para projetos desenvolvidos a nível

internacional. O mercado Angolano e Moçambicano tornou-se um dos principais eixos no desenvolvimento da Fénix. Neste último tem já uma pequena estrutura local que apoia os projetos desenvolvidos cá.

Em 2008 uma nova área de negócio veio proporcionar de novo mudanças na estrutura. Entrava no mercado da Certificação Energética.

Esta é uma das áreas mais motivantes pelo seu envolvimento com a sustentabilidade e a economia. O bom desempenho energético, é uma das principais preocupações para quem hoje constrói uma casa, um hotel, uma fábrica...

O *core business* da Fénix, passa pela avaliação das condições em projeto e pela prescrição de soluções otimizantes de bom desempenho energético, naturalmente redutoras do consumo e reveladoras do conforto, principal objetivo.

Da área de projeto rapidamente se percebeu que as preocupações do mercado estariam na Reabilitação. Aqui encontrou-se a adaptabilidade das soluções existentes a novas que passem a traduzir reduções expressivas na fatura mensal e nos consumos energéticos aumentando o conforto dos espaços.

A Fénix define-se hoje como uma empresa sustentada no dinamismo técnico, que encontra no mercado as oportunidades de desenvolver a sua atividade que desde 2006, se tem pautado por um crescimento permanente.

A Fénix projeta, constrói, decora, contando para isso com uma vasta equipa de profissionais especializados, procurando a qualidade como principal objetivo [2].

1.6. Plano de estágio

O estágio foi planeado na área de projetos de Engenharia Civil de forma a contemplar todos os assuntos abordados ao longo do plano curricular relativamente à Térmica, Estruturas de Edifícios e Infraestruturas, nomeadamente o abastecimento de águas, drenagem de águas residuais e drenagem de águas pluviais em edifícios, tendo sempre presente a Legislação em vigor para cada especialidade, a Regulamentação Portuguesa e as Normas Europeias com os respetivos anexos destinados a cada país.

Inicialmente, o estágio começará pelo acompanhamento de projetos térmicos e certificação energética de edifícios tendo por base conceitos de Física dos Edifícios e os regulamentos em vigor atualmente.

Numa fase seguinte irá ser feito o acompanhamento de projetos de estruturas de edifícios tendo aplicação direta os conceitos de Estruturas de Betão, Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado e Estruturas de Edifícios e a Legislação em vigor, os Eurocódigos.

Por último serão acompanhados projetos de abastecimento e drenagem de águas com aplicação dos conceitos abordados em Tecnologia da Construção e Hidráulicas com base no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPPDADAR).

Além destas atividades principais vai ser realizado também o acompanhamento ativo do Edifício do Parque já em execução e em fase de acabamentos. Esse edifício é composto por 32 apartamentos divididos por três blocos, estando prevista a conclusão do primeiro bloco em Dezembro de 2016.

Os outros dois blocos estão em execução e com conclusão prevista para Março de 2017.

O outro edifício a acompanhar também na mesma zona é a reabilitação de um edifício devoluto com uma estrutura construída há 34 anos.

Este edifício terá cerca de 69 apartamentos e terá o andar do rés-do-chão dedicado a comércio.

Como já foi referido, este acompanhamento dos trabalhos dos dois edifícios foi proposto pela empresa ARCHEE Madeira – Construções, Lda sob alçada do Arquiteto Rui Reis e do dono de obra como atividades extracurriculares.

2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA/ESTADO DA ARTE

2.1. *Regulamentação Portuguesa*

Para o projeto térmico foram consultados os regulamentos Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Regulamento Energético Habitação, Comércio e Serviços (REH e RECS), o Sistema de Certificação Energética (SCE) e as respetivas Portarias.

Estes documentos visam a escolha de soluções em projeto capazes de minimizar gastos de energia para garantir o conforto dos espaços, aproveitando tudo o que ambiente envolvente aos edifícios consegue transmitir. Este conceito da Certificação Energética tem cada vez mais importância pois hoje em dia os clientes procuram imóveis com boas classificações energéticas pois os gastos em energia e manutenção dos espaços são reduzidos, preferindo realizar um investimento maior nas habitações sabendo que a médio prazo irão amortizar o investimento extra com a poupança induzida pelas boas soluções construtivas escolhidas e adotadas.

O Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPDADAR) tem como objetivo assegurar o bom funcionamento global dos sistemas de distribuição pública e predial de água e de drenagem pública e predial de águas residuais, preservando-se a segurança, a saúde pública e o conforto dos utentes.

É com base neste regulamento e também com o programa CYPE que se vai fazer o projeto de abastecimento de águas e drenagem de águas residuais e pluviais, fazendo o seu traçado em coordenação com a especialidade de Estruturas, dimensionamento e verificação da eficiência das redes.

Serão ainda utilizados os regulamentos em vigor para as especialidades de Gás, Acústica e Segurança Contra Incêndios.

2.2. *Eurocódigos*

Os Eurocódigos a utilizar no projeto de Estruturas de Edifícios serão o EC0 para garantir a fiabilidade estrutural e dar bases de verificação de durabilidade e garantia de qualidade para as estruturas, EC1 para definição das ações presentes nas estruturas, EC2 para projeto de

estruturas de betão, EC7 para projeto geotécnico e EC8 para projeto de resistência aos sismos.

Os Eurocódigos fornecem regras comuns de cálculo estrutural para a aplicação corrente no projeto de estruturas e dos seus componentes, de natureza quer tradicional quer inovadora. Elementos construtivos ou condições de cálculo não usuais não são especificamente incluídos, devendo os projetistas, nestes casos, assegurar o apoio especializado necessário. Os Eurocódigos reconhecem a responsabilidade das autoridades regulamentadoras de cada Estado-Membro e salvaguardam o seu direito de estabelecer os valores relacionados com questões de regulamentação da segurança, ao nível nacional, nos casos em que estas continuem a variar de Estado para Estado.

Os Eurocódigos servem de documentos de referência para os seguintes efeitos:

- a) Como meio de comprovar a conformidade dos edifícios e de outras obras de engenharia civil com as exigências essenciais da Diretiva 89/106/CEE do Conselho, particularmente a Exigência Essencial nº1 – Resistência mecânica e estabilidade – e a Exigência Essencial nº2 – Segurança contra incêndios;
- b) Como base para a especificação de contratos de trabalhos de construção e de serviços de engenharia a eles associados;
- c) Como base para a elaboração de especificações técnicas harmonizadas para os produtos de construção (EN e Aprovação Técnica Europeia – ETA).

O programa relativo aos Eurocódigos Estruturais inclui as normas apresentadas na Tabela 1, cada uma das quais, geralmente, constituída por diversas partes.

Tabela 1 - Eurocódigos.

Eurocódigo 0:	Bases para o projeto de estruturas	(EC0)
Eurocódigo 1:	Ações em estruturas	(EC1)
Eurocódigo 2:	Projeto de estruturas de betão	(EC2)
Eurocódigo 3:	Projeto de estruturas de aço	(EC3)
Eurocódigo 4:	Projeto de estruturas mistas aço-betão	(EC4)
Eurocódigo 5:	Projeto de estruturas de madeira	(EC5)
Eurocódigo 6:	Projeto de estruturas de alvenaria	(EC6)
Eurocódigo 7:	Projeto geotécnico	(EC7)
Eurocódigo 8:	Projeto de estruturas para resistência aos sismos	(EC8)
Eurocódigo 9:	Projeto de estruturas de alumínio	(EC9)

Os Eurocódigos [Tabela 1] são implementados em cada país através de normas nacionais que incluem o texto completo do Eurocódigo (incluindo anexos) e pode ser também seguido de um Anexo Nacional. O Anexo Nacional só pode conter informações sobre os parâmetros deixados em aberto no Eurocódigo para escolha nacional, designados por Parâmetros Determinados a Nível Nacional, a utilizar no projeto de edifícios e de outras obras de engenharia civil no país em questão, nomeadamente:

- a) Valores e/ou classes, nos casos em que são apresentadas alternativas no Eurocódigo;
- b) Valores para serem utilizados nos casos em que apenas um símbolo é apresentado no Eurocódigo
- c) Dados específicos do país (geográficos, climáticos, etc.), por exemplo, mapa de zonamento da neve;
- d) O procedimento a utilizar nos casos em que sejam apresentados procedimentos alternativos no Eurocódigo;
- e) Decisões sobre a aplicação dos anexos informativos;
- f) Informações complementares não contraditórias para auxílio do utilizador na aplicação do Eurocódigo.

As regras gerais de verificação da segurança de estruturas são definidas no EC0. A norma refere os princípios e os requisitos de segurança, de utilização e de durabilidade das estruturas, as bases para o seu projeto e verificação, fornecendo ainda orientações sobre os respetivos aspetos de fiabilidade estrutural [3].

O EC1, nas suas várias partes, define as ações a considerar nas estruturas. É com base nas ações que depois se passa para o pré-dimensionamento e dimensionamento final dos elementos estruturais dos edifícios.

As fundações e estruturas de suporte terão por base o EC7. Este Eurocódigo previne uma série de situações desfavoráveis como a água presente no solo que afeta significativamente a estabilidade dos edifícios construídos nessas condições, devido a assentamentos das fundações, levando ao aparecimento de patologias de importância significativa ou mesmo ao colapso da estrutura, pondo a vida dos utilizadores dos edifícios em risco iminente.

Relativamente à verificação da segurança aos sismos será aplicado o EC8. Este Eurocódigo tem como requisitos essenciais a proteção das vidas humanas, a limitação de danos e assegurar a manutenção em funcionamento das estruturas de proteção civil importantes.

Estes três requisitos ou objetivos essenciais culminam em duas exigências fundamentais de desempenho como a Exigência de não colapso em que no caso de um sismo intenso e raro, as estruturas não devem colapsar nem global nem localmente, devendo manter a sua integridade estrutural e uma capacidade de carga residual após a ocorrência do sismo e a exigência da limitação de danos em que para um sismo menos intenso, mas mais frequente, os custos económicos deverão ser reduzidos, através da limitação de danos em elementos estruturais e não estruturais. Relativamente aos elementos não estruturais aceita-se um certo nível de danos, desde que seja possível a sua reparação de uma forma fácil e económica enquanto que nos elementos estruturais deve-se evitar qualquer tipo de dano.

Assim a estrutura deverá de ser reparada de uma forma economicamente viável e os custos face à limitação do seu uso não deverão ser muito elevados [4].

Para fazer o projeto de estabilidade de Edifícios conta-se com o programa CYPECAD, tendo como bases de dimensionamento os Eurocódigos já referidos.

Como ferramentas complementares irão ser usados os programas SAP2000 e AUTOCAD para dimensionamento e desenho geral, respetivamente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. *Metodologia*

Para que o plano de estágio e os objetivos anteriormente definidos sejam cumpridos é necessário dividir o estágio pelas seguintes partes:

- Parte 1** – Estudar e adquirir conhecimentos na regulamentação e legislação aplicável ao projeto térmico, projeto de infraestruturas, nomeadamente o projeto de abastecimento de águas e drenagem de águas residuais e pluviais, e ainda ao projeto de estabilidade de edifícios de betão armado, com a elaboração do relatório intermédio;
- Parte 2** – Estudo e utilização do software utilizado pela equipa de projetos da Fénix (AutoCAD, CYPE, SAP2000 e ROBOT MILLENIUM);
- Parte 3** – Integração na equipa da Fénix;
- Parte 4** – Acompanhamento de projetos térmicos de edifícios;
- Parte 5** – Acompanhamento de projetos de estabilidade de edifícios de betão armado;
- Parte 6** – Acompanhamento de projetos de abastecimento e drenagem de águas;
- Parte 7** – Acompanhamento ativo do Edifício do Parque como atividade extra;
- Parte 8** – Acompanhamento ativo do Edifício à entrada Sul de Santo Tirso como atividade extra;
- Parte 9** – Conclusão do estágio curricular com a elaboração do relatório de estágio.

Para cumprir as partes 7 e 8 correspondentes a atividades extra propostas foram revistos conceitos abordados em Legislação e Direção de Obra, Gestão de Obras e Coordenação de Segurança, Patologias da Construção e Conservação e Reabilitação da Construção, nomeadamente temas como Medições, Coordenação da Segurança, Qualidade, Patologias e Soluções de Reabilitação de Estruturas, assuntos presentes e abordados no plano curricular do Mestrado Integrado Engenharia Civil (MIEC) do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (DECivil-UA).

3.2. Calendarização

A distribuição temporal das partes do estágio curricular, apresentadas acima, estão representadas na Tabela 2, cuja calendarização se vai cumprir por completo.

Tabela 2 - Calendário de Estágio.

Ano	2016			2017						
Mês	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abril	Maio	Junho	Julho
Parte 1										
Parte 2										
Parte 3										
Parte 4										
Parte 5										
Parte 6										
Parte 7										
Parte 8										
Parte 9										

As tarefas extracurriculares para o estágio serão sempre articuladas com as tarefas principais dado que o gabinete de Engenharia Civil da empresa acolhedora, a Fénix, Projetos de Engenharia Civil, Lda é relativamente próxima das duas obras, dando assim para trabalhar nos projetos que a empresa propôs a partir de Janeiro e acompanhar os trabalhos das duas obras como demonstrado no calendário do estágio.

4. Projetos de Engenharia Civil

4.1. Enquadramento

No estágio desenvolvido na Empresa Acolhedora, de forma a dar cumprimento aos objetivos propostos anteriormente, foram elaborados e acompanhados projetos de especialidades nas vertentes de Estabilidade, Redes de Abastecimento de Água, Redes de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Pluviais, Redes de Gás, Condicionamento Acústico, Isolamento Térmico e Segurança Contra Incêndios.

Os projetos das vertentes de ITED, Eletricidade, Ficha eletrotécnica e Instalações Eletromecânicas foram realizados noutras empresas parceiras da Entidade Acolhedora.

O trabalho desenvolvido efetuou-se para várias tipologias de edifícios, vários concelhos e várias vertentes do pedido de licenças para edificação nas respetivas Câmaras Municipais, sendo a maioria para Santo Tirso, Famalicão, Guimarães, Porto, Matosinhos e Braga, envolvendo licenciamento de edificações novas, legalização de edificações existentes, comunicações prévias de edificações, autorizações de utilização de edifícios e consulta de entidades externas para verificação, aprovação e emissão dos respetivos pareceres de projetos de Gás, Abastecimento de Água, Drenagem de Águas Residuais e Pluviais e Segurança Contra Incêndios nomeadamente a GASAIR, Águas do Norte, INDAQUA, AGERE, Águas do Porto e Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC).

Entende-se por Projeto o conjunto de documentos escritos e desenhados que definem e caracterizam a conceção funcional, estética e construtiva de uma obra, compreendendo, designadamente, o projeto de arquitetura e projetos de engenharia. [Tabelas técnicas]

Segundo a regulamentação nacional, nomeadamente a Portaria 701-H/2008, de 29 de Julho, a elaboração dos projetos envolve várias fases distintas sendo que algumas destas podem ser suprimidas na sua apresentação final formal por acordo entre o Dono de Obra e o Autor do Projeto.

A primeira fase corresponde ao Programa Preliminar em que são definidos os objetivos e características gerais da obra, são fornecidos dados sobre a localização do empreendimento, elementos topográficos, levantamento das infraestruturas existentes, dados sobre o terreno e levantamento de construções existentes se for o caso, dados básicos relativos às

exigências de comportamento, funcionamento, exploração e conservação da obra, tendo por base as exigências regulamentares, são indicados os prazos para elaboração de projetos e obra e é feita uma estimativa de custos com limites de desvios e indicações se existe ou não financiamento a beneficiar o empreendimento em causa.

Seguidamente passasse para o Programa Base onde são apresentadas as soluções de forma genérica pelo Projetista ao Dono de Obra assim como estimativas de custo pelas várias soluções propostas tendo em conta os condicionalismos urbanísticos impostos pelos regulamentos municipais, acústicos e térmicos. Aqui são apresentadas peças escritas e desenhadas resumidas de forma a esclarecer as alternativas propostas para a execução da obra e são pedidos dados que possam faltar da fase do Programa Preliminar de forma a avançar-se para o dimensionamento das soluções e pormenorização dos elementos do projeto.

No Estudo Prévio é apresentado ao Dono de Obra para sua aprovação a solução detalhada discutida no Programa Base com memórias descritivas e justificativas, dimensionamento aproximado dos elementos fundamentais da obra, análise térmica, acústica e qualidade do ar para as soluções definidas na fase anterior e peças desenhadas detalhadas com plantas, cortes, alçados, perfis e pormenores de execução em escalas apropriadas e são definidos os prazos de execução e estimativa de custos da obra.

Aprovada a fase anterior, elabora-se o Projeto Base Ou Anteprojeto de forma a avançar para o Licenciamento da obra a executar. Aqui são elaborados os projetos completos com peças escritas e desenhadas por cada especialidade de forma detalhada já com estimativas de custos por especialidades e mapas de quantidades. É nesta fase que os projetos são preparados para obter os pareceres externos necessários para o Licenciamento da obra e para entrega na respetiva Câmara Municipal com termo de responsabilidade do autor do projeto, declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros, apólice de seguro de responsabilidade civil, memória descritiva e justificativa com o detalhe do processo de cálculo adotado no respetivo projeto e justificações técnicas necessárias tendo em conta a regulamentação imposta, cálculos detalhados, orçamento global por especialidade caso seja necessário e peças desenhadas com Índice de peças desenhadas, implantação da obra, plantas, cortes, alçados, pormenores construtivos e listagem de *layers* utilizados. A entrega das especialidades para Licenciamento depende da natureza da obra pois se for necessária a obtenção de Licença de obras de edificação sem ocorrer em loteamento primeiro entrega-

se o projeto de arquitetura e respetivos documentos impostos pela regulamentação em vigor e só depois de aprovado e emissão do parecer da Divisão de Urbanismo da Câmara Municipal é que se podem entregar os restantes projetos de especialidades. No parecer consta um prazo limite para entrega dos projetos de especialidades da respetiva obra que deve ser cumprido. Caso não seja possível cumprir poderá ser pedida uma prorrogação de prazo através de requerimento próprio que pode ser ou não aceite pela Entidade.

No caso do Licenciamento de obras em loteamento poderá o processo ser submetido como Comunicação Prévia e aqui poderão ser entregues todos os elementos necessários ao levantamento da licença sendo estes o Projeto de Arquitetura completo, Projetos de especialidades, Livro de Obra com termo de abertura preenchido, termos de responsabilidade do Diretor Técnico da Obra e Diretor de Fiscalização da Obra, documentos do empreiteiro que irá realizar a obra como seguros de construção ou demolição e acidentes de trabalho, Alvará e ainda o Plano de Segurança e Saúde da Obra. O Projeto de Execução é realizado quando estiverem todos os projetos aprovados pelas entidades competentes. Aqui faz-se um resumo do que é mais importante para os empreiteiros poderem executar a obra, é preparado o processo para a obra com peças escritas e desenhadas e o projetista define um Plano de Observação de modo a garantir as condições de segurança com o decorrer da Obra e o cumprimento dos procedimentos presentes e estabelecidos nos projetos elaborados.

Na Empresa Acolhedora, a Engenheira Orientadora trata das reuniões com os clientes para definição das soluções e pedido de elementos e a Equipa de Projeto realiza os projetos de especialidades que lhe compete e envia para os parceiros de forma a realizarem os projetos das áreas de Telecomunicações, Eletrotecnia e Instalações Eletromecânicas já para a fase de Estudo Prévio, envia para o cliente ou é marcada nova reunião para aprovação das soluções consideradas e quando aprovadas pelo cliente passa para o Projeto Base ou Anteprojeto. Aqui a equipa de projeto prepara o processo para entrega nas entidades competentes e um membro acompanha o cliente às respetivas entidades para proceder à entrega de todos os documentos pedidos na regulamentação em vigor.

4.2. *Projetos de Especialidades*

Os projetos de especialidades são elaborados de forma a orientar a execução da obra seja na vertente estrutural, redes hidráulicas, telecomunicações, alimentação elétrica, instalações eletromecânicas e a escolher soluções construtivas capazes de cumprir os requisitos térmicos e acústicos e que cumpram também os requisitos para a segurança contra incêndios tornando a obra o mais económica possível, imposição sempre colocada pelo Dono de Obra.

Normalmente uma boa compatibilização das várias especialidades e o detalhe dos pormenores construtivos reduz a probabilidade de serem cometidos erros de execução que levam muitas vezes por exemplo na construção de edifício novos a abrir roços nas lajes já curadas para se passarem as tubagens necessárias para o abastecimento de água, gás, drenagem de águas residuais e pluviais, redes armadas, telecomunicações e alimentação elétrica o que implica trabalhos a mais e a criação de patologias nos elementos construídos. Para a construção de edifícios novos são necessários todos os projetos de especialidades aplicados ao tipo de edificação. No caso de legalizações de construções existentes ou reabilitações e ampliações de edifícios são necessárias visitas ao local de forma a ser feito um levantamento exaustivo por especialidade para serem elaborados os projetos mediante o que existe e prever correções a executar de forma a cumprir as exigências regulamentares em todas as vertentes. Em alguns casos podem-se isentar os projetos de telecomunicações, alimentação elétrica e redes hidráulicas por apresentação de respetiva fatura do serviço de forma a comprovar a ligação às redes públicas existentes. O projeto de estabilidade também pode ser isentado desde que seja feito relatório de inspeção técnica e caso não seja necessário intervir na estrutura existente.

No caso do pedido de autorização de utilização dos edifícios muitas vezes têm que ser feitas as telas finais dos projetos no caso de não serem respeitados em obra os projetos das redes hidráulicas, gás, telecomunicações e alimentação elétrica, o que hoje em dia ainda acontece frequentemente.

Os projetos de especialidades são compostos por termo de responsabilidade do autor do projeto, memória descritiva e justificativa da solução adotada, incluindo cálculo e dimensionamento, declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros, apólice de seguro de responsabilidade civil e peças desenhadas.

4.2.1. Projeto de Estabilidade

O projeto de estabilidade tem como objetivo apresentar uma solução estrutural economicamente viável com base no projeto de arquitetura recebido que garanta a segurança e funcionalidade do edifício em causa de acordo com a regulamentação em vigor.

Atualmente os projetos desta envergadura são elaborados com recurso a programas de cálculo automático que fazem todas as verificações relativas aos Estados Limite Últimos, Estados Limite de Serviço e Instabilidade Lateral dos elementos.

No caso do estágio elaborado o programa de cálculo utilizado no dimensionamento e pormenorização das estruturas foi o CYPECAD, pois só foi realizado um projeto de habitação unifamiliar em Betão Armado. Quanto a estruturas metálicas, madeira, paredes de alvenaria resistente e outros em betão armado foram realizados pela Engenheira Orientadora, sendo apenas acompanhados.

A metodologia associada ao programa de cálculo traduz-se na introdução de dados relativos aos níveis que a estrutura terá, plantas da arquitetura, materiais a utilizar, secções de pilares, vigas e lajes, cargas permanentes associadas a revestimentos e peso de paredes exteriores, sobrecargas, ação do vento, temperatura, neve e ação sísmica.

Relativamente a cargas associadas a revestimentos são consideradas cargas na ordem dos 1 KN/m² para pavimentos de garagem e coberturas e 3 KN/m² para pavimentos comerciais e habitação. As paredes exteriores assumem, neste caso, um valor de 6,50 KN/m aplicada nas vigas de contorno exterior.

As sobrecargas utilizadas foram 3 KN/m² para lajes de escadas, 2 KN/m² para pisos de habitação, 5 KN/m² para estacionamento e varandas, 4 KN/m² para comércio e 1 KN/m² para cobertura plana não acessível.

Nas varandas optou-se por utilizar a sobrecarga de 5 KN/m² em toda a sua superfície, dada a natureza da obra, ficando o dimensionamento do lado da segurança uma vez que esta poderia ter sido considerada apenas numa faixa de um metro a contar do limite exterior das varandas.

Quanto às restantes ações variáveis foram quantificadas automaticamente pelo programa devido à inserção dos dados da localização do edifício, comprimento e largura medidos em planta.

Além da introdução de dados, este permite também a alteração da regulamentação a utilizar, espessuras de recobrimentos, capacidade resistente do solo, entre outros parâmetros antes da realização do cálculo.

Os regulamentos adotados para o projeto elaborado foram os Eurocódigos, em vez do Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas e Pontes (RSA) e do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP).

Um bom pré-dimensionamento leva a maior eficácia no cálculo das estruturas produzindo um menor número de erros de cálculo, apesar de neste caso se terem considerado as secções existentes para compatibilização da nova solução estrutural com a estrutura já construída.

Após o cálculo das estruturas, há a necessidade de ajustar as armaduras para medidas convencionais em obra de forma a clarificar o projeto em termos de pormenor. Estes ajustes têm em conta as verificações impostas pelos regulamentos para os Estados Limite Últimos, de Serviço e Instabilidade Lateral dos elementos.

É de notar que para o caso dos Estados Limite de Serviço as flechas calculadas nos elementos dizem respeito às combinações de ações afetadas dos coeficientes de segurança o que representa um sobredimensionamento dos elementos.

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, características geotécnicas do solo a implantar as fundações do edifício, determinação das ações permanentes e variáveis a considerar no cálculo, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos, descrição geral de toda a solução projetada e procedimento de cálculo automático com apresentação da metodologia do programa utilizado, cálculos já mencionados, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas estruturais, pormenores dos elementos projetados com indicação dos materiais a usar e armaduras, pormenores construtivos, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros e Apólice de seguro de responsabilidade civil.

Note-se que durante o estágio só foi possível a elaboração de um projeto de estrutura de uma habitação unifamiliar. Os restantes foram também acompanhados, mas sem contacto direto com a ferramenta de cálculo.

4.2.2. Projeto de Abastecimento de Água

O projeto de Abastecimento de Água é elaborado no sentido de dotar os edifícios de sistemas de abastecimento de água potável capazes de alimentar todos os dispositivos de forma eficiente.

Para a realização deste projeto é necessária a consulta das entidades reguladoras das infraestruturas públicas de abastecimento de água de forma a saber qual a pressão disponível na rede pública no local da edificação para que sejam adotadas soluções de forma a respeitar a regulamentação em vigor e que sejam economicamente viáveis, sem por em causa o conforto dos utilizadores das habitações.

Na elaboração dos projetos de Abastecimento de Água começa-se por, numa base da arquitetura, identificar a localização do contador, dispositivos de aquecimento de água (esquentadores, cilindros, bomba de calor, termoacumulador, recuperador de calor, caldeiras, dispositivos associados a painéis solares, entre outras soluções), dispositivos de consumo de água e efetua-se o traçado de forma a ser o mais curto possível para se minimizarem as perdas de carga contínuas associadas aos comprimentos das tubagens. Após a elaboração do traçado da rede, dimensionam-se as tubagens e dispositivos acessórios como grupos de bombagem e reservatórios se forem necessários implementar. O dimensionamento das tubagens é feito em função do caudal de água a assegurar nos dispositivos de utilização, dos comprimentos dos troços de tubagem, da altura de distribuição, da pressão mínima a assegurar nos dispositivos e do material constituinte das mesmas. [17]

A regulamentação aplicada é o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais e os regulamentos Municipais. Na tabela 3, representam-se os caudais instantâneos a considerar por dispositivo segundo a regulamentação em vigor.

Tabela 3 - Caudais Instantâneos por dispositivo

Dispositivos de utilização	Sigla	Caudais mínimos (l/s)
Lavatório Individual	Lv	0,10
Lavatório Coletivo (por bica)	Lvi	0,05
Bidé	Bd	0,10
Banheira	Ba	0,25
Chuveiro Individual	Ch	0,15
Pia de despejos com torneira Φ 15 mm	Pd	0,15
Autoclismo de Bacia de Retrete	Br	0,10
Urinol com torneira individual	Mi	0,15
Pia Lava-Louça	Ll	0,20
Bebedouro	Bdo	0,10
Máquina de lavar louça	Ml	0,15
Máquina de lavar roupa	Mr	0,20
Tanque de lavar roupa	Tq	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	Brf	1,50
Urinol com fluxómetro	Mif	0,50
Boca de rega ou lavagem de Φ 15 mm	Re	0,30
Boca de rega ou lavagem de Φ 20 mm	Re	0,45
Máquinas industriais e outros dispositivos	-	Em conformidade com as instruções do fabricante.

Uma vez que numa edificação nem todos os dispositivos funcionam ao mesmo tempo os troços da rede são dimensionados para o Caudal de Cálculo que resulta do Caudal Acumulado, ou seja, somatório dos caudais por ramal afetados por coeficientes de

simultaneidade das curvas de médio conforto conforme o regulamento português. O regulamento prevê ainda coeficientes para baixo e elevado conforto em casos excepcionais. Para determinar os caudais de cálculo, por ramal, utilizaram-se as equações (4.1, 4.2 e 4.3).

$$Qa \leq 3,5 \text{ l/s} ; Qc = 0,5469 \times Qa^{0,5137} \text{ l/s} \quad (4.1)$$

$$3,5 < Qa \leq 25 \text{ l/s} ; Qc = 0,5226 \times Qa^{0,5364} \text{ l/s} \quad (4.2)$$

$$25 < Qa \leq 500 \text{ l/s} ; Qc = 0,2525 \times Qa^{0,7587} \text{ l/s} \quad (4.3)$$

Qc – Caudal de cálculo (l/s)

Qa – Caudal acumulado (l/s)

As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 5 mca e os 60 mca, embora o regulamento português recomenda que, por razões de conforto e durabilidade das tubagens, as pressões oscilem entre os 15 mca e os 30 mca.

A velocidade de escoamento deverá oscilar entre os 0,50 m/s e os 2,00 m/s sendo em situações ideais recomendada velocidade máxima de 1,50 m/s de modo a evitar turbulência no sentido do escoamento de água e o aumento das perdas de carga associadas.

Após o apuramento dos caudais de cálculo dos respetivos ramais da rede de abastecimento de água, inicia-se o dimensionamento propriamente dito com a determinação das perdas de carga continuas e localizadas das tubagens, atribuindo a cada troço um diâmetro interno comercial da tubagem e verificando a velocidade (4.4). Nos projetos elaborados foi considerado o material PP-R.

$$V = \frac{Qc \times 4}{\pi \times D^2} \quad (4.4)$$

Em que:

- V – Velocidade de escoamento (m/s)
- Qc – caudal de cálculo (m³/s)
- D – Diâmetro interno comercial do tubo escolhido (m)

As perdas de carga continuas foram calculadas pela expressão (4.5) correspondente à fórmula de *Flamant*.

$$J = 4 \times b \times v^{7/4} \times D^{-5/4} \quad (4.5)$$

Em que:

- J – perda de carga contínua (m/m)
- V – Velocidade de escoamento (m/s)
- D – Diâmetro interno comercial da tubagem (m)
- b – fator caracterizador da rugosidade do material

Uma vez que o material utilizado nas redes dimensionadas foi o PP-R, o fator caracterizador da rugosidade do material foi considerado igual a 0,000134.

As perdas de carga localizadas foram admitidas como sendo 20% das perdas de carga contínuas por troço. Estas representam as perdas de carga ocorridas na passagem da água pelos acessórios que compõem a rede tais como: Curvas, Tês, entre outros acessórios.

Após o dimensionamento dos ramais da rede, efetua-se a verificação da pressão instalada na rede, em que a pressão da rede terá que ser inferior à pressão disponível no ramal público de abastecimento de água no caso de o abastecimento se efetuar diretamente da rede sem ser necessários grupos de bombagem e depósitos.

Para se efetuar a verificação, é considerada uma pressão mínima de 10 mca no dispositivo mais desfavorável e perdas de carga de 5 mca no contador e 2,50 mca no equipamento de aquecimento de água. Recorrendo à expressão (4.6) é determinada a pressão necessária no ramal de ligação e verifica-se se o abastecimento pode ser feito direto da rede ou se é necessário recorrer a dispositivos que garantam o abastecimento em condições de médio conforto a todos os compartimentos e dispositivos das edificações.

$$P_{rl} = P_r + Z + \Delta H_T \quad (4.6)$$

Em que :

- P_{rl} – Pressão ramal ligação (mca)
- P_r – Pressão mínima necessária (mca)
- Z – altura do dispositivo mais desfavorável (m)
- ΔH_T – Perda de carga total do percurso mais desfavorável (mca)

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, características de ligação à rede

pública, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos e descrição geral de toda a solução projetada, cálculos já mencionados, estimativa orçamental da especialidade quando imposta pelas entidades, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas com a solução traçada e representação da ligação à rede pública, pormenores construtivos e cortes de representação da rede na arquitetura de forma a dar uma perceção geral do seu funcionamento, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros e Apólice de seguro de responsabilidade civil.

Ao longo do estágio, sempre que foi necessária a consideração de reservatórios e grupos de bombagem, estes foram feitos pela empresa GRUNDFOS.

4.2.3. Projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas

O projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas é elaborado no sentido de dotar os edifícios de sistemas de drenagem capazes de drenar as águas de forma equilibrada para a rede pública ou para dispositivos de recolha de águas residuais como o caso das Fossas Sépticas. Esta ou outras soluções são previstas no caso de não existir coletor público de drenagem de águas residuais.

Estas soluções têm que ser munidas de sistemas complementares de tratamento, tendo em conta os aspetos inerentes à salvaguarda da saúde pública, fundamentalmente no que se refere à não-contaminação das linhas de água e dos lençóis freáticos.

Nos sistemas de drenagem pública de águas residuais não são permitidos lançamentos de matérias explosivas ou inflamáveis, matérias radioativas, em concentrações consideradas inaceitáveis pela regulamentação das entidades competentes, efluentes de laboratórios ou instalações hospitalares que, pela sua constituição, possam pôr em causa a saúde pública, entulhos, areias ou cinzas, efluentes a temperaturas superiores a 30 °C, lamas provenientes de fossas sépticas, gorduras ou óleos provenientes de câmaras de retenção, restos de comida e efluentes de cariz industrial que contenham substâncias interditas segundo os regulamentos das entidades gestoras das redes públicas.

Para a realização deste projeto é necessária a consulta das entidades reguladoras das infraestruturas públicas de drenagem de águas residuais de forma a saber se existe coletor público no local e qual a dimensão máxima da tubagem a ligar ao coletor assim como a posição da Câmara Ramal de Ligação (CRL) da edificação para que sejam adotadas

soluções de forma a respeitar a regulamentação em vigor e que sejam economicamente viáveis, sem por em causa o conforto dos utilizadores das habitações e sem serem necessárias muitas intervenções na zona exterior dos edifícios.

Na elaboração dos projetos de drenagem de águas residuais começa-se por, numa base da arquitetura, identificar a localização da Caixa Ramal de Ligação, caso exista, dispositivos a drenar para a rede, possível localização de coretes para passagem dos tubos de queda e ventilação e efetua-se o traçado de forma a ser o mais compatível com as outras especialidades. Após a elaboração do traçado da rede, dimensionam-se as tubagens e dispositivos acessórios como grupos de bombagem e reservatórios se forem necessários implementar.

As redes de drenagem podem ser efetuadas por três formas distintas, sendo elas a drenagem gravítica, drenagem com elevação e sistema de drenagem misto contendo as duas formas anteriores a funcionar em simultâneo.

Procede-se à drenagem gravítica quando todos os dispositivos a drenar se localizam ao nível do arruamento onde está instalado o coletor público ou a níveis superiores ao mesmo. Quando há situações em que os dispositivos a drenar se encontram abaixo do nível do coletor público, tem que se prever meios mecânicos que elevem as águas residuais para um nível mínimo complanar com o do arruamento a partir do qual e por gravidade as águas drenam para a rede pública.

No entanto, caso existam as duas situações em simultâneo no mesmo edifício, poderá recorrer-se a um sistema misto em que as águas residuais dos dispositivos acima do arruamento drenam por gravidade e para cotas abaixo do arruamento prevê-se um sistema de bombagem capaz de drenar as águas residuais para o nível em que se efetua a ligação à rede pública.

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas são constituídos pelos seguintes elementos:

- Ramais de descarga – tubagem destinada a conduzir as águas residuais dos dispositivos para os tubos de queda ou coletores prediais;
- Ramais de ventilação – tubagem destinada a assegurar o fecho hídrico nos sifões, quando tal não seja feito por outra forma;

- Tubos de queda – canalização destinada a aglutinar em si as descargas provenientes dos pisos mais elevados, a transportá-las para o coletor predial e a ventilar a rede predial e pública;
- Colunas de ventilação – canalização destinada a completar a ventilação feita pelos tubos de queda;
- Coletores prediais – canalização destinada a aglutinar em si as descargas dos tubos de queda e dos ramais de descarga provenientes do piso adjacente, e transportá-las para outro tubo de queda ou ramal de ligação;
- Ramal de ligação – canalização compreendida entre a Câmara Ramal de Ligação (CRL) e o coletor público de drenagem, destinada a conduzir as águas residuais provenientes da rede predial para a rede pública;
- Acessórios – dispositivos a intercalar nos sistemas, no sentido de possibilitar as operações de manutenção e conservação e a retenção de determinadas matérias, e de garantir as condições de habitabilidade dos espaços ocupados.

Após a escolha do traçado e do sistema de drenagem de águas residuais implementado, procede-se ao dimensionamento dos elementos da referida rede.

Inicialmente são identificados os dispositivos a drenar para selecionar os caudais de descarga a introduzir na rede. Estes caudais estão pré-definidos para os dispositivos comuns como apresentado na tabela 4. Caso sejam previstos outros equipamentos ou máquinas, estes valores devem ser fornecidos diretamente pelo fabricante.

Tabela 4 - Caudais de Descarga

Dispositivo	Caudal (l/min)	Diâmetro mínimo ramal descarga individual (mm)
Bacia de retrete	90	90
Banheira	60	40
Bidé	30	40
Chuveiro	30	40
Lavatório	30	40
Máquina Lavar Louça	60	50
Máquina Lavar Roupa	60	50
Máquina Secar Roupa	30	50
Lava-Louça	30	50
Tanque Lavar Roupa	60	50
Urinol Suspenso	60	50
Urinol de Espaldar	90	75

Num determinado edifício a probabilidade de todos os dispositivos funcionarem simultaneamente é reduzida, salvo exceções como balneários de ginásios, escolas, quartéis, entre outros.

Assim, para o dimensionamento das tubagens é necessário apurar o caudal de cálculo para os ramais de descarga não individuais, tubos de queda, coletores prediais e ramal de ligação.

Este caudal é determinado pela soma dos caudais de descarga dos dispositivos a drenar, correspondendo ao caudal acumulado, afeta de um coeficiente de simultaneidade no caso de termos mais que dois dispositivos. Nos edifícios designados como exceção anteriormente esse coeficiente é igual à unidade.

Utilizando o regulamento português, os caudais de cálculo são determinados pela expressão (4.7).

$$Q_c = 7,3497 \times Q_a^{0.5352} \quad (4.7)$$

Em que:

- Q_c – Caudal de cálculo (l/min)
- Q_a – Caudal acumulado (l/min)

Seguidamente calculam-se os diâmetros das tubagens que vão compor o sistema de drenagem pela fórmula de *Manning-Strickler* (4.8).

$$Q = K \times A \times R^{2/3} \times i^{1/2} \quad (4.8)$$

Em que:

- Q – Caudal de Cálculo (m^3/s)
- K – Rugosidade da tubagem ($m^{1/3} \cdot s^{-1}$)
- A – Secção da tubagem ocupada pelo fluido (m^2)
- R – Raio hidráulico (m)
- i – Inclinação (m/m)

Para se proceder ao cálculo das secções importa referir que a tubagem utilizada para o dimensionamento das redes foi o PVC que possui uma rugosidade de $120 \, m^{1/3} \cdot s^{-1}$, o raio hidráulico é definido como 1/4 do diâmetro interior da tubagem e a inclinação das tubagens pode variar entre 1 cm/m e 4 cm/m obtendo-se duas novas equações para escoamentos a meia secção (4.9) e para escoamentos a secção cheia (4.10).

$$D = \frac{Q^{3/8}}{0,4980 \times K^{3/8} \times i^{3/16}} \quad (4.9)$$

$$D = \frac{Q^{3/8}}{0,6459 \times K^{3/8} \times i^{3/16}} \quad (4.10)$$

Este procedimento é válido para Ramais de descarga, Coletores prediais e Ramal de Ligação, sendo que só se pode utilizar a equação (4.10) em ramais de descarga individuais. Para os outros tipos de troços do sistema enunciados terá que ser usada a equação (4.9). Os tubos de queda são dimensionados tendo em conta o caudal de cálculo associado e uma taxa de ocupação (t_s) que relaciona a quantidade de fluido a drenar e a quantidade de ar a circular no tubo. Assim, a equação (4.11) descreve o dimensionamento dos referidos tubos.

$$D = 4,4205 \times Q^{3/8} \times t_s^{-5/8} \quad (4.11)$$

As redes de drenagem de águas residuais têm que estar sempre munidas de ventilação que para os casos correntes é feita pelo prolongamento dos tubos de queda além da cobertura ou no interior com recurso a válvulas de admissão de ar, tratando-se de uma solução de ventilação primária.

Para casos em que seja necessária ventilação dos ramais de descarga a coluna de ventilação será dimensionada em função do diâmetro do tubo de queda onde liga o ramal e o comprimento da coluna como expresso na equação (4.12).

$$D_v = 0,390 \times L_v^{0,187} \times D \quad (4.12)$$

Em que:

- D_v – Diâmetro da coluna de ventilação (mm)
- L_v – Comprimento da coluna de ventilação (m)
- D – Diâmetro do tubo de queda (mm)

Os coletores prediais e ramal de ligação são dimensionados segundo o procedimento dos ramais de descarga. Estes quando estão enterrados devem-se implementar caixas de inspeção no seu início, mudanças de direção, mudanças de diâmetro, mudanças de inclinação e nas confluências com ramais de descarga. No caso de estarem à vista e em locais de fácil acesso, as caixas de inspeção são substituídas por curvas de transição, reduções, forquilhas ou bocas de limpeza com fácil acesso. As caixas de inspeção e bocas de limpeza devem ser implementadas para distâncias iguais ou inferiores a 15 m.

Os coletores prediais têm como diâmetro mínimo 100 mm enquanto que o ramal de ligação é dimensionado tendo como referência mínima tubos de 125 mm e inclinações entre os 2 cm/m e os 4 cm/m.

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, características de ligação à rede pública, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos e descrição geral de toda a solução projetada, cálculos já mencionados, estimativa orçamental da especialidade quando imposta pelas entidades, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas com a solução traçada e representação da ligação à rede pública, pormenores

construtivos e cortes de representação da rede na arquitetura de forma a dar uma percepção geral do seu funcionamento, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros e Apólice de seguro de responsabilidade civil.

Ao longo do estágio, sempre que foi necessária a consideração de grupos de bombagem, estes foram feitos pela empresa GRUNDFOS.

4.2.4. Projeto de Drenagem de Águas Pluviais

A rede de drenagem de águas pluviais tem como objetivo a proteção do edificado relativamente às mesmas e encaminhá-las para os pontos de recolha mais adequados. Nos sistemas de drenagem pública de águas residuais pluviais são apenas permitidos os lançamentos de águas residuais provenientes da chuva, rega de jardins, lavagem de arruamentos, pátios e parque de estacionamento, circuitos de refrigeração e instalações de aquecimento, piscinas e depósitos de armazenamento de água e drenagem do subsolo.

A iniciação deste projeto implica também a consulta das entidades reguladoras da rede pública de drenagem de águas pluviais no sentido de perceber se esta existe, qual a localização da Câmara Ramal de Ligação e diâmetro disponível para a ligação à rede pública. Quando não existe Câmara Ramal de Ligação nos locais, muitas vezes a drenagem das águas pluviais é autorizada a seguir para as valetas ou arruamentos do local. No caso da inexistência de rede pública, as entidades aprovam a drenagem diretamente para o terreno dependendo da capacidade de absorção do solo em causa ou para poços absorventes capazes de receber as águas pluviais e infiltrá-las no solo.

Tal como acontece na drenagem das águas residuais domésticas, a drenagem de águas pluviais pode ser feita por gravidade em que toda a água recolhida está acima ou ao nível do arruamento e é possível a ligação dos coletores prediais à Câmara Ramal Ligação sem recurso a equipamentos de elevação e posterior ligação ao coletor público, por sistema com elevação onde parte da rede se situa abaixo do coletor público e necessita de meios elevatórios para ser drenada para a rede pública ou sistemas mistos caso existam os dois casos na rede.

Após preparação da base da arquitetura, define-se o traçado da rede e depois dimensionam-se todos os componentes necessários ao funcionamento da mesma, sendo estes: caleiras,

tubos de queda, ramais de descarga, coletores prediais, ramal de ligação e ventilação se necessária para as caixas de bombagem.

Inicialmente determinam-se os caudais de cálculo em que, caso se trate de precipitação, deverão ser obtidos com base em curvas de intensidade, duração, frequência, expressa na equação (4.13) que fornecem os valores das médias das intensidades máximas de precipitação, para as diferentes regiões pluviométricas, adotando para o efeito um período de retorno mínimo de 5 ano, para uma duração de precipitação de 5 minutos.

$$I = a \times t^b \quad (4.13)$$

Em que:

- I – Intensidade de precipitação (mm/h)
- t – Duração da precipitação (min)
- a, b – Constantes dependentes do período de retorno (Tabela 3)

Tabela 5 - Parâmetros a, b

Período de retorno (anos)	Regiões Pluviométricas					
	A		B		C	
	a	b	a	b	a	b
5	259,26	-0,562	207,41	-0,562	311,11	-0,562
10	290,68	-0,549	232,21	-0,549	348,82	-0,549
20	317,74	-0,538	254,19	-0,538	381,29	-0,538
50	349,54	-0,524	279,63	-0,524	419,45	-0,524
100	365,62	-0,508	292,50	-0,508	438,75	-0,508

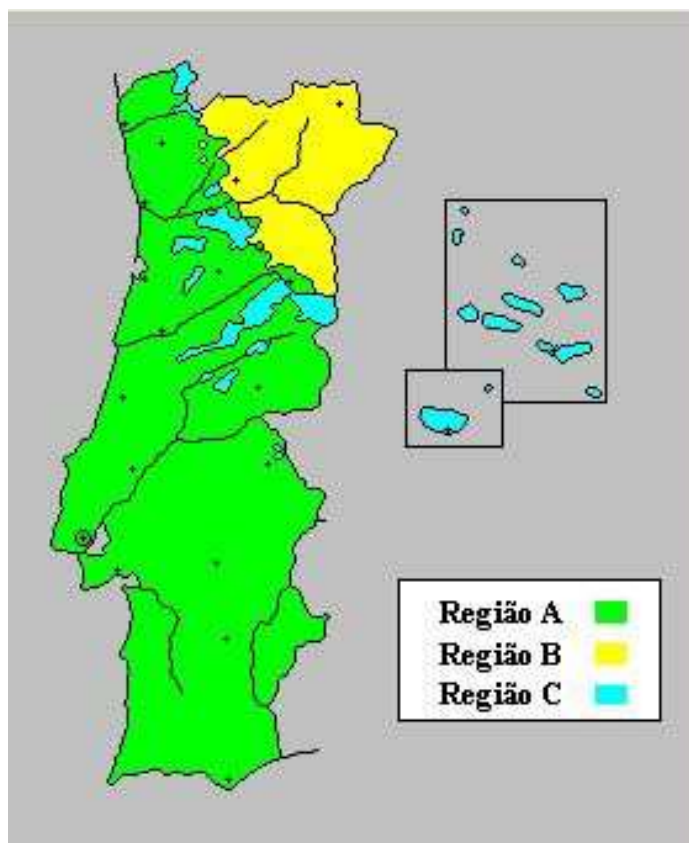


Figura 1- Regiões Pluviométricas em Portugal

Na Região A estão incluídas as áreas não mencionadas nas Regiões B e C. Na Região B estão incluídos os concelhos de Alfandega da Fé, Alijó, Almeida, Armamar, Boticas, Bragança, Carrazeda de Ancieiros, Chaves, Figueira de Castelo Rodrigo, Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros, Meda, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Montalegre, Murça, Penedono, Pinhel, Ribeira de Pena, Sabroda, Santa Marta de Penaguião, São João da Pesqueira, Sernancelhe, Tabuaço, Torre de Moncorvo, Trancoso, Valpaços, Vila Flor, Vila Pouca de Aguiar, Vila Nova de Foz Côa, Vila Real, Vimioso e Vinhais. Na região C estão incluídos os concelhos das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira e no continente os concelhos de Guarda, Manteigas, Moimenta da Beira, Sabugal e Tarouca, e as áreas situadas a altitude superior a 700 metros dos concelhos de Aguiar da Beira, Amarante, Arcos de Valdevez, Arganil, Arouca, Castanheira de Pêra, Castro Daire, Celorico da Beira, Cinfães, Covilhã, Fundão, Góis, Gouveia, Lamego, Marvão, Melgaço, Oleiros, Pampilhosa da Serra, Ponte da Barca, Resende, Seia, S. Pedro do Sul, Terras de Bouro, Tondela, Vale de Cambra, Vila Nova de Paiva e Vouzela.

No caso de a rede incluir a ligação de equipamentos devidamente autorizados pela regulamentação nacional e municipal os valores de descarga associados serão os valores dados pelo fabricante dos respetivos equipamentos.

Após calcular a intensidade de precipitação, calcula-se o caudal de cálculo conforme a expressão (4.14).

$$Q = C \times I \times A \quad (4.14)$$

Em que:

- Q – Caudal de Cálculo (l/min)
- C – Coeficiente de escoamento
- I – Intensidade de precipitação (l/min.m²)
- A – Área a drenar em projeção horizontal (m²)

Os coeficientes de escoamento são determinados tendo em conta o tipo de terreno e a sua inclinação. No caso de superfícies impermeáveis como as coberturas o coeficiente de escoamento será igual à unidade.

A rede de drenagem de águas pluviais é constituída por caleiras que conduzem as águas para ramais de descarga ou aos tubos de queda, ramais de descarga que conduzem as águas provenientes dos dispositivos de recolha, como os ralos, para tubos de queda ou coletor predial, Tubos de queda destinados a aglutinar em si as descargas provenientes das zonas de recolha e transportá-las para o coletor predial ou valetas, coletores prediais destinados a aglutinar as descargas de ramais de descarga e tubos de queda e conduzir as águas pluviais para a Câmara Ramal de Ligação e posteriormente para o ramal de ligação, colunas de ventilação caso haja câmaras de bombagem, ramal de ligação que drena a rede predial para o coletor público e acessórios que poderão ser previstos para garantir o bom funcionamento da rede a implementar.

As caleiras, ramais de descarga, coletores prediais e ramal de ligação são dimensionadas pela equação (4.10), sendo que se considera secção cheia para os ramais de descarga, coletores prediais e ramal de ligação.

No caso das caleiras, a equação (4.10) é utilizada, mas o raio hidráulico é determinado em função do quociente entre a altura da lâmina líquida e o diâmetro da caleira, sendo que a

altura da lâmina líquida será inferior a 7/10 da altura da secção transversal a utilizar. Estas devem ter uma inclinação entre os 0,5 cm/m e 1 cm/m.

Os tubos de queda são dimensionados como sendo descarregadores e o caudal escoado é dado pela expressão (4.15).

$$Q = \left(\alpha + \beta \times \frac{H}{D} \right) \times \pi \times D \times H \times \sqrt{2 \times g \times H} \quad (4.15)$$

Em que:

- Q – Caudal escoado (m³/s)
- H – Carga no tubo de queda (m)
- D – Diâmetro interior do tubo de queda (m)
- g – Aceleração da gravidade (m/s²)
- $\alpha = 0,453$ – Entrada em aresta viva no tubo de queda, ou
- $\alpha = 0,578$ – Entrada cônica no tubo de queda
- $\beta = 0,350$

Outra vertente que deve estar presente nos projetos de drenagem de águas pluviais é a drenagem de águas freáticas no caso onde se mostre necessário drenar as águas infiltradas no solo.

A água proveniente da precipitação infiltra-se nos solos, conduzindo à formação de toalhas de água quando consegue atingir as camadas profundas destes.

Quando se procede à implantação de edificações em zonas de terrenos do tipo coerente ou em encostas, onde se depara com a existência de águas freáticas, verifica-se a necessidade de usar meios que possibilitem desviar essas águas, de forma a evitar a sua eventual infiltração nos edifícios.

Entende-se por sistema completo de drenagem de águas freáticas, um sistema composto por um anel periférico de drenagem composto por tubos perfurados envoltos em manta geotêxtil e protegidos com uma camada de brita na periferia do edifício e um filtro sob o pavimento com drenos em espinha.

Nas mudanças de direção do anel deverá ser construída uma câmara de inspeção e no caso de o terreno ser composto por material com muita percentagem de finos deverá envolver-

se a vala drenante onde está o tubo dreno e a brita com manta geotêxtil de forma a impedir eventuais entupimentos na vala drenante e no respetivo dreno.

Estas águas deverão ser drenadas para uma câmara de bombagem que por sua vez eleva as águas para o coletor predial para drenar para a rede pública.

O dimensionamento dos tubos dreno é feito fazendo equivaler um caudal subterrâneo a escoar na ordem de 1 l/s para uma área de infiltração de 1000 m² e pela equação (4.8) determinar o diâmetro dos tubos considerados.

Normalmente utilizam-se tubos com diâmetro de 100 mm com inclinações a partir dos 0,50 cm/m.

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, características de ligação à rede pública, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos e descrição geral de toda a solução projetada, cálculos já mencionados, estimativa orçamental da especialidade quando imposta pelas entidades, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas com a solução traçada e representação da ligação à rede pública, pormenores construtivos e cortes de representação da rede na arquitetura de forma a dar uma perceção geral do seu funcionamento, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros e Apólice de seguro de responsabilidade civil.

Ao longo do estágio, sempre que foi necessária a consideração de grupos de bombagem, estes foram feitos pela empresa GRUNDFOS.

4.2.5. Projeto da Rede de Gás

A rede de abastecimento de gás é projetada mediante o decreto lei DL521/99 de forma a dotar os edifícios desta fonte de energia, normalmente utilizada no caso dos edifícios habitacionais nos fogões e equipamentos de produção de água quente sanitária e sistemas de aquecimento.

Inicialmente, consultam-se as entidades reguladoras das redes públicas, de forma a perceber se o local possui ou não essa rede implantada. Mesmo que não exista rede pública, o projeto é elaborado ficando a ligação à rede pública por executar. Nestes casos até haver

rede pública os requerentes colocam botijas para utilizarem na mesma a fonte de gás para a cozinha e sistemas de água quente e aquecimento.

Para dimensionar a rede, definem-se os equipamentos de queima a instalar nos edifícios e as respectivas potências, normalmente fornecidas por fabricantes ou instaladores qualificados e o tipo de gás a utilizar, o Gás Natural, assim como as suas características, descritas na tabela 4.

Tabela 6 - Características do Gás Natural

Gás Natural do Tipo H

Metano	83,70%
Outros hidrocarbonetos	10,47 %
Azoto	5,40 %
Dióxido de carbono	0,23 %
Hélio	0,20 %
Poder Calorífico Inferior	9054 Kcal/m ³ (N)
Poder Calorífico Superior	10032 Kcal/m ³ (N)
Densidade relativa do Ar	0,65
Densidade Corrigida	0,62
Índice de Wobbe	12442 Kcal/m ³ (N)

Sabendo a tipologia do edifício e os equipamentos a utilizar no seu interior, procede-se ao cálculo dos caudais instantâneos dos vários troços da tubagem pela equação (4.16)

$$Q = \frac{POT \times H \times 859,80 \times Fs}{PCI} \quad (4.16)$$

Em que:

- Q – Caudal (m³/h)
- POT – Potência instalada no troço (Kw)
- H – Número de Habitações
- Fs – Fator de simultaneidade
- PCI – Poder calorífico inferior (Kcal/m³) (N)

Após a obtenção dos caudais instantâneos dos troços da rede, calculam-se, através das expressões de *Renouard* (4.17) e (4.18), os diâmetros a utilizar. No caso de habitações unifamiliares o cálculo é feito para baixa pressão em que a pressão de serviço a considerar são 21 mbar, a velocidade máxima a considerar é de 10 m/s e a perda de carga máxima permitida é de 1,50 mbar enquanto que em edifícios de habitação coletiva dimensiona-se a rede comum em média pressão onde a pressão de serviço é de 300 mbar, a velocidade máxima é de 15 m/s e a perda de carga máxima admissível é de 15 mbar e dos contadores individuais para o interior das frações como baixa pressão.

$$D = \left(\frac{232 \times 10^5 \times Q^{1,82} \times d \times L}{P_a - P_b} \right)^{1/4,82} \text{ Baixa Pressão} \quad (4.17)$$

$$D = \left(\frac{48600 \times Q^{1,82} \times d \times L}{P_a^2 - P_b^2} \right)^{1/4,82} \text{ Média Pressão} \quad (4.18)$$

Em que:

- D – Diâmetro da Tubagem (mm)
- Q – Caudal (m³/h)
- d – Densidade relativa do gás relativamente ao ar
- L – Comprimento da tubagem (mm)
- P_a – Pressão absoluta na origem (Kg/cm²)
- P_b – Pressão absoluta final (Kg/cm²)

Após a obtenção dos diâmetros importa verificar a velocidade e a perda de carga total da rede de forma a verificar se cumpre com os máximos regulamentares já referidos.

$$V = \frac{1,25 \times Q \times (273 + t)}{D^2 \times P} \quad (4.19)$$

Em que:

- V – Velocidade do gás (m/s)
- Q – Caudal (m³/h)
- t – Temperatura do Gás (°C)
- D – Diâmetro interior da tubagem (mm)
- P – Pressão absoluta (bar ou Kg/cm²)

Estando verificadas as condições regulamentares, procede-se à escolha dos materiais adequados quanto a contador e a válvulas redutoras de pressão coerentes com o caudal a drenar e nível de pressão da rede.

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, características de ligação à rede pública, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos e descrição geral de toda a solução projetada, cálculos já mencionados, estimativa orçamental da especialidade quando imposta pelas entidades, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas com a solução traçada e representação da ligação à rede pública, pormenores construtivos e Traçado Isométrico com a representação da rede de forma a dar uma perceção geral do seu funcionamento, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros e Apólice de seguro de responsabilidade civil.

Apesar de estar implementado o diploma referente ao sistema SIMPLEX, os projetos por imposição do projetista continuam a ser analisados pelas entidades certificadoras e devidamente certificados.

4.2.6. Projeto de Comportamento Térmico

O projeto de comportamento térmico é elaborado de forma a dotar as edificações de soluções construtivas equilibradas de forma a limitar os custos em energia para Aquecimento de Águas Quentes Sanitárias e climatização dos espaços interiores.

O estudo pretende efetuar a verificação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, Decreto-Lei N.º 118/2013 de 20 de Agosto e inclui uma descrição das características térmicas dos elementos da envolvente, a quantificação dos diferentes parâmetros térmicos, a determinação das necessidades nominais de aquecimento (N_{ic}) e de arrefecimento (N_{vc}), a quantificação das necessidades nominais para produção de água quente sanitária (N_{ac}) e ainda o cálculo das necessidades nominais globais de energia primária (N_{tc}).

Para que um edifício cumpra o regulamento, é necessário que as suas necessidades nominais anuais de energia (N_{ic} , N_{vc} , N_{ac} e N_{tc}) não excedam os valores máximos admissíveis, que se designam respetivamente por N_i , N_v , N_a e N_t .

Neste projeto pretende-se assegurar que as exigências de conforto térmico, sejam elas de aquecimento ou de arrefecimento, e de ventilação para garantia de qualidade do ar no interior do edifício, bem como as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia. Também se pretende minimizar as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais ou internas, com potencial impacto negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior.

Inicialmente faz-se uma descrição da localização da edificação de forma a determinar a zona climática em que está inserida, influenciando a zona climática nos valores regulamentares a cumprir no projeto. Depois calculam-se os coeficientes de transmissão térmica (U) para as soluções construtivas a adotar na edificação, a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ele separa e definem-se as pontes térmicas planas, correspondendo à heterogeneidade inserida em zona corrente da envolvente, como pode ser o caso de certos pilares, talões de viga e caixas de estore.

Segundo o regulamento, as zonas de pontes térmicas planas não podem ter um valor de " U " superior ao dobro do dos elementos homólogos (verticais ou horizontais) em zona corrente, respeitando sempre os valores máximos admissíveis.

A seguir trabalham-se os vãos envidraçados, definindo tipos de vidros que conjugados com a caixilharia cumpram o regulamento. É aqui que se inserem também as proteções aos vãos assim como as palas de sombreamento e respetivos ângulos de incidência com o vidro.

Os dados são introduzidos nas folhas de cálculo regulamentares disponíveis pelo ITECONS - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade e o cálculo é feito de forma automática.

Segundo o regulamento, a fração autónoma em estudo não pode, como resultado da sua morfologia, da qualidade térmica da sua envolvente e tendo em conta o aproveitamento dos ganhos solares e internos e de outras formas de energias renováveis, exceder um valor máximo admissível das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

(Ni). O valor limite das necessidades nominais de energia útil para aquecimento (Ni), depende das transferências e trocas de calor no inverno e dos graus-dias (GD) do clima local.

A fração autónoma não pode, como resultado da sua morfologia, da qualidade térmica da sua envolvente e tendo em conta a existência de ganhos solares e internos, exceder um valor máximo admissível das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (Nv). Esta não pode, como resultado dos tipos e eficiências dos equipamentos de produção de água quente sanitária, bem como da utilização de formas de energias renováveis, exceder um valor máximo admissível de necessidades nominais anuais de energia útil para produção de águas quentes sanitárias (Na).

As necessidades nominais anuais globais (Ntc) da fração autónoma em estudo não podem exceder um valor máximo admissível de energia primária (Nt), calculado com base nos valores de Ni, Nv e Na.

Após a execução do cálculo e da obtenção da classificação energética é emitido o Pré-Certificado pela plataforma ADENE que representa a classificação atribuída às soluções construtivas escolhidas e verificadas regulamentarmente e representa também medidas de melhoria capazes de tornar a edificação mais eficiente no caso de se obter classificações inferiores a A+.

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, soluções construtivas adotadas, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos, cálculos já mencionados, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas com a identificação dos elementos e áreas a verificar os requisitos térmicos e pormenores construtivos, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros da referida especialidade, Apólice de seguro de responsabilidade civil e respetivo Pré-Certificado Energético.

O projeto é entregue diretamente na Câmara Municipal após a emissão do Pré-Certificado Energético.

No estágio realizado o contato com projetos térmicos foi mais reduzido que o previsto dada a falta de elementos nas restantes especialidades. Foi apenas realizado um projeto térmico correspondente à estabilidade feita para uma habitação unifamiliar.

4.2.7. Projeto de Condicionamento Acústico

O projeto de condicionamento acústico é elaborado de acordo com Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho – “Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)” e o Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro – “Regulamento Geral do Ruído”, de forma a escolher soluções construtivas capazes de dotar o edifício de maior conforto acústico da maneira mais económica possível dada a vasta gama de soluções construtivas disponíveis no mercado atual.

Uma vez que a arquitetura já coloca pormenores construtivos a adotar na construção dos edifícios, parte-se dessa base e o projeto é feito de forma a estudar o desempenho acústico dos edifícios. Para começar é definida uma zona mediante os regulamentos municipais, podendo esta ser zona mista ou zona sensível.

A definição de zona mista é a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível. Zona sensível define-se como seja a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno. A realização destes projetos foi feita com base na ferramenta de cálculo automático do programa CYPE.

No programa, insere-se a zona descrita no regulamento municipal, criam-se as soluções construtivas a verificar os requisitos acústicos relativas a paredes exteriores, paredes interiores de contato entre frações e com zonas comuns, pavimento, cobertura, caixilharias a instalar nas paredes exteriores e portas, criam-se os compartimentos a verificar o regulamento e procede-se ao cálculo dos índices de isolamento sonoro.

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado, $D_{2m,nT,w}$, entre o exterior dos edifícios (emissão) e os compartimentos interiores, do qual faz parte integrante, como locais recetores (recepção) deverá satisfazer as seguintes condições: $D_{2m,nT,w} \geq 36\text{dB}$ em zonas mistas e sensíveis, de acordo com as alíneas c), d) e e) do n.º

1 do artigo 11.º do regulamento; $D_{2m,nT,w} \geq 31\text{dB}$ em zonas sensíveis, de acordo com as alíneas b) do n.º 1 do artigo 11.º do regulamento.

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, soluções construtivas adotadas, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos, cálculos já mencionados, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas com a identificação dos elementos a verificar os requisitos acústicos e pormenores construtivos, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros e Apólice de seguro de responsabilidade civil.

Este projeto não necessita de certificação externa, sendo entregue apenas na respetiva Câmara Municipal.

4.2.8. Projeto de Segurança Contra Incêndios

O projeto da especialidade de Segurança Contra Incêndio tem como objetivo dotar os edifícios de meios de combate a um incêndio, bem como reduzir o risco de propagação e prevenir o desabamento do edifício em fase de evacuação e intervenção.

Este tem como base de regulamentação o Dec. Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro e Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro, assim como as Notas Técnicas da Autoridade Nacional de Proteção Civil.

Inicialmente faz-se uma introdução onde se descreve o edifício, as utilizações tipo, categorias de risco, é classificado e identificado o risco e os locais de risco.

Seguidamente caracteriza-se a envolvente exterior do edifício com as vias de acesso disponíveis, acessibilidades às fachadas, disponibilidade de água para os meios de socorro e as limitações à propagação de incêndios pelo exterior.

Identifica-se também a resistência que os elementos estruturais e incorporados nas instalações devem possuir para resistir aos incêndios, a sua reação ao fogo, caracterizam-se os caminhos de evacuação e as instalações técnicas presentes na edificação tais como ventilação e exaustão de fumos, centrais elétricas, ascensores, cortes de energia e permanência de ligação dos meios e sinalização de emergência.

Após estes passos elabora-se o projeto de sinalização e meios de intervenção em caso de incêndio, sinalizando a localização da central automática de detecção de incêndio, betoneiras de acionamento da mesma, detetores de fumos, extintores, material de retenção de combustíveis ou outros fluídos, detetores de monóxido de carbono, vias de evacuação, quadros elétricos, locais e categorias de risco por fração, carreteis e todos os outros elementos colocados em projeto.

São ainda indicados e dimensionados os meios de intervenção face a uma situação de incêndio no interior dos edifícios.

Definem-se meios de extinção de incêndios a aplicar aos diferentes tipos de edifícios como forma de limitar o desenvolvimento destas ocorrências e de favorecer a intervenção dos bombeiros.

Um sistema de combate a incêndios apresenta-se como um meio de salvaguarda da perda de bens humanos e materiais, perdas essas que vulgarmente se verificam neste tipo de sinistros e que, no entanto, poderiam ser atenuadas ou mesmo evitadas se logo no seu início o incêndio fosse combatido eficazmente.

Estes sistemas deverão ser concebidos de forma a que, ao verificar-se o início de um incêndio, eles possibilitem um rápido e imediato meio de o combater, com a sua consequente anulação devendo, pois, logo à partida o projeto prever e dar satisfação a todas as exigências regulamentares, como forma de limitar o risco de ocorrência e de desenvolvimento dos incêndios.

Os sistemas de combate a incêndios podem ser feitos por colunas secas que deverão estar preparadas para ser abastecidas pelos meios de socorro dos bombeiros, redes de incêndio armadas (RIA) compostas por carreteis no interior dos edifícios alimentadas da rede pública caso tenha pressão suficiente para abastecer a rede ou no caso da rede não ter pressão recorrem-se a dispositivos hidropneumáticos ou depósitos com grupo de bombagem, colunas húmidas com um procedimento idêntico de abastecimento e sistemas de extinção automática (*sprinklers*).

Todos os sistemas previstos devem ser dotados de uniões siamesas no exterior dos edifícios de forma a que possam ser abastecidos pelos meios de socorro a intervir.

O projeto de Segurança Contra Incêndios é obrigatório para edifícios a partir da 2ª categoria de risco. No caso das habitações unifamiliares são elaboradas apenas as fichas de segurança contra incêndios para o processo de Licenciamento.

Este projeto é apresentado nas entidades competentes composto por termo de responsabilidade, indicando o técnico autor do projeto, categoria da obra, local da obra, identificação do requerente e identificação da regulamentação em vigor, memória descritiva e justificativa apresentando o local da obra, soluções construtivas adotadas, procedimento de cálculo utilizado, aspetos construtivos, cálculos já mencionados, peças desenhadas compostas por implantação do edifício, plantas com a sinalização indicada, meios de intervenção e zonas e locais de risco identificadas, cortes e alçados com a indicação dos sistemas de ventilação e exaustão de fumos dos edifícios, Declaração de inscrição do técnico na Ordem dos Engenheiros e Apólice de seguro de responsabilidade civil.

Este projeto é apresentado à Autoridade Nacional de Proteção Civil de forma a ser avaliado e a ser emitido o respetivo parecer. O Licenciamento só avança com a apresentação do parecer favorável emitido pela entidade competente.

5. Apresentação do caso de estudo – Edifício ARCHEE

5.1. Enquadramento

O edifício apresentado como caso de estudo, futuramente designado como “Edifício ARCHEE”, é um edifício pertencente a um Empreendimento iniciado em 1979 pela empresa Martins e Barbosa, Lda.

Este empreendimento é composto por três fases distintas em que a primeira fase correspondia a dois blocos de habitação e comércio na confrontação com o Colégio de Santa Teresa de Jesus que foram concluídos e habitados até aos dias de hoje, a segunda fase composta pela torre de 16 pisos mais duas caves e a terceira fase composta por três blocos de habitação e comércio com 6 pisos mais duas caves.

A primeira fase foi concluída com sucesso, mas a segunda e terceira fase pararam em 1984 uma vez que o promotor entrou em processo de falência. [21]

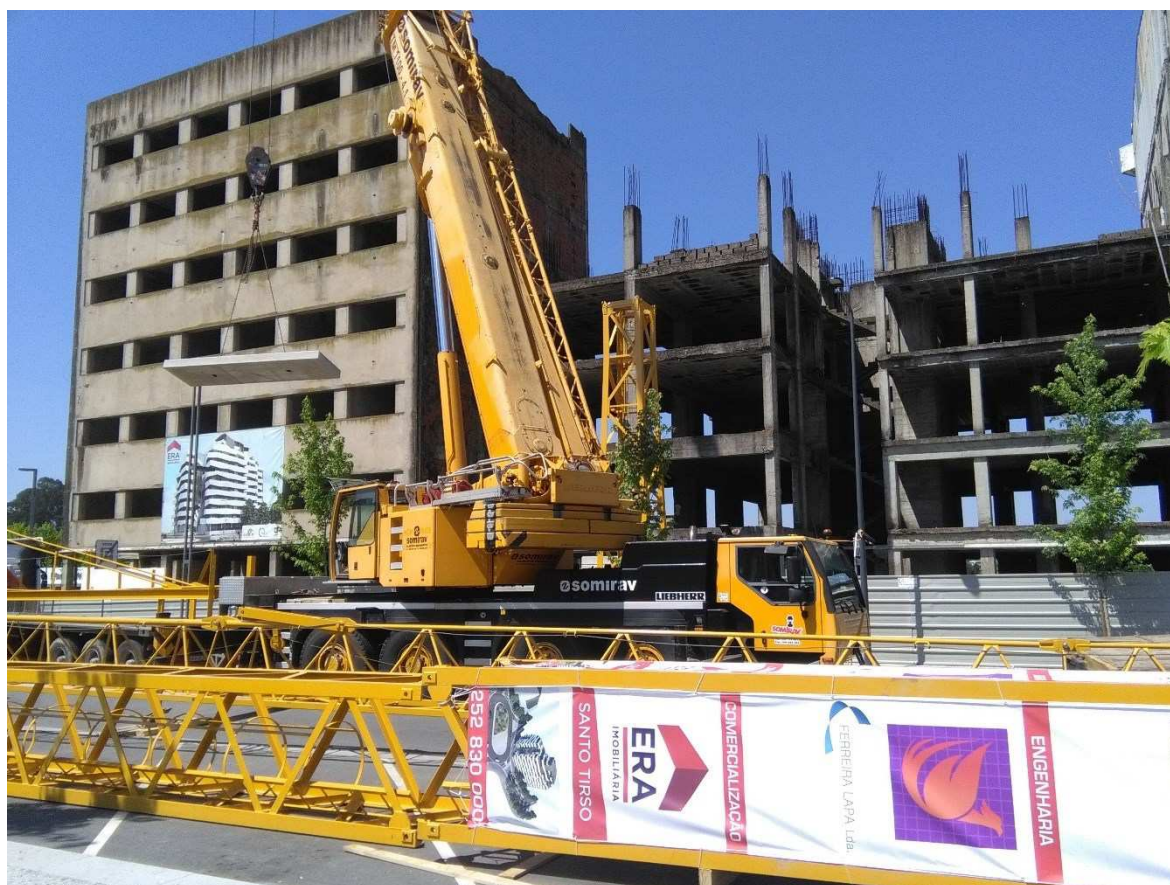


Figura 2 - Estado atual do edifício

Localiza-se no gaveto da Rua Nuno Álvares Pereira e Rua Infante D. Henrique, na cidade de Santo Tirso, distrito do Porto, relativamente próximo ao nó da Autoestrada A3 (Valença – Porto).

A zona do edifício que já possui paredes exteriores ficaria pelos 6 pisos como está executado e a torre que está só com a estrutura executada estaria proposta para os 16 pisos.

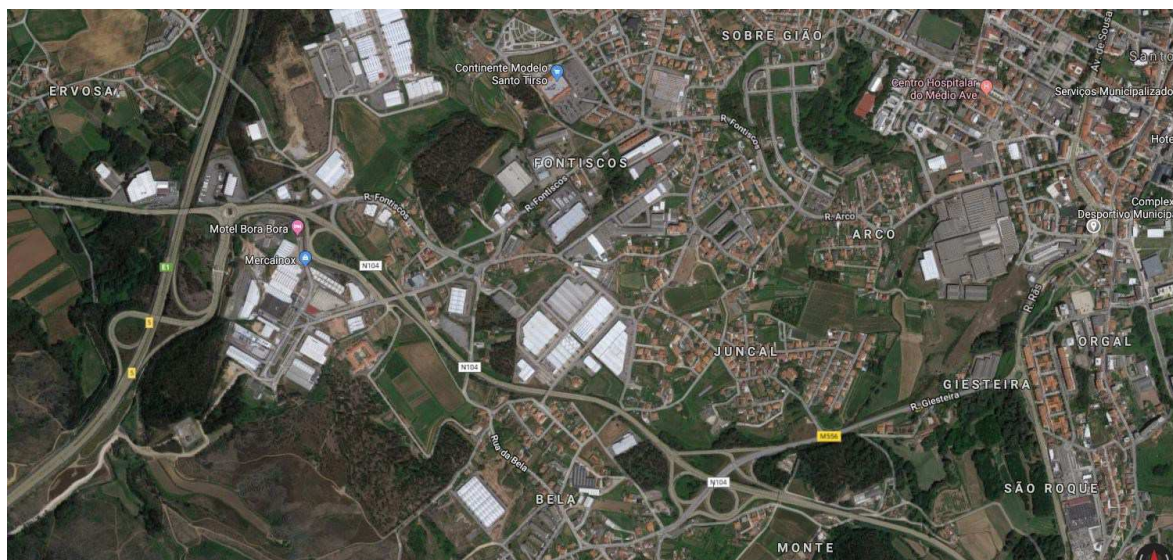


Figura 3 - Enquadramento com Auto-Estrada

Devido ao estado de degradação dos elementos de betão armado localizados na periferia do edifício, a empresa ARCHEE MADEIRA, Construções Lda pediu a realização de ensaios ao terreno onde se localizam as fundações e um relatório minucioso da análise de todos os elementos de betão armado existentes no edifício, antes de desenvolver os projetos de especialidades e avançar com o licenciamento na Câmara Municipal de Santo Tirso.

5.2. Inspeção Técnica e Ensaios

Uma vez que a empresa detentora do imóvel precisava de garantias da forma como proceder à reabilitação e ampliação do edifício, foi necessário recolher orçamentos e adjudicar os trabalhos pretendidos de inspeção técnica e ensaios ao solo e à estrutura existente. Ao longo da procura destes elementos a empresa juntamente com o gabinete de arquitetura Ricardo Azevedo Arquitectos trabalhou numa proposta de arquitetura a apresentar na Câmara Municipal para licenciamento e execução da obra que consiste na ligação de todos os blocos da segunda e terceira fase com duas caves e uma altura de nove

pisos a contar da cota de soleira mais dois pisos recuados e respetiva cobertura. Esta junção dos blocos fez com que se reorganizasse a distribuição dos espaços sendo necessária a construção de uma nova caixa de elevadores e escadas em toda a altura do edifício.

Desta forma após recolha e análise das diferentes propostas para inspeção técnica e ensaios foram escolhidas a empresa GEOSOLOS, Técnicos Consultores, Lda para o relatório Geotécnico e respetivos ensaios ao solo e a empresa FERREIRA LAPA, Lda para a elaboração do relatório de inspeção técnica e avaliação estrutural do edifício e realização de ensaios para verificar a resistência à compressão do betão existente.

Depois de adjudicados os trabalhos de inspeção técnica e ensaios, iniciou-se o estudo geotécnico do solo onde estão implantadas as fundações do edifício existente.

O estudo geotécnico revelou que o solo de implantação do edifício se encontra numa zona densamente urbanizada do centro da cidade de Santo Tirso, topograficamente acidentada, composto por Rochas Granitoides Hercínicas, Tardi-Tectónicas, do tipo Granitos de Guimarães e Santo Tirso: Monzogranitos biotíticos porfíroides de grão grosseiro, segundo a Carta Geológica de Portugal Folha 9-B Guimarães. [19]

Além da consulta da bibliografia relativa à zona de implantação do edifício, a empresa realizou ensaios no local de prova DPM de forma a determinar a resistência do solo e a posição do nível freático do mesmo que aparentemente se encontrava muito elevado.

Ao todo foram realizados sete ensaios com cone penetrómetro dinâmico médio automático MAGERIT III que executa a prova DPM, segundo as especificações do EC7 (ENV 1997-3) e da EN ISO 22476-2 2002 *Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 2 – Dynamic probing*. [19]

Estes revelaram que o nível freático se encontrava bastante elevado a cerca de um metro de profundidade do nível a que se realizaram os ensaios, a partir dos três metros de profundidade deste mesmo nível a resistência do solo é de 300 KPa e a partir dos 4,60 metros a resistência do solo é de 500 KPa, aumentando para maiores profundidades uma vez que se entra no extrato rochoso.

Assim, até uma profundidade de 4,60 metros a escavação pode realizar-se com equipamentos mecânicos tradicionais e a partir desse nível ter-se-á que utilizar equipamento de desmonte de maciço rochosos.

Após receção e análise deste relatório, procedeu-se à inspeção técnica da estrutura existente de forma a verificar se era possível ou não a sua utilização para a proposta futura do edifício.

A inspeção foi realizada a todos os elementos da estrutura de betão armado do edifício de forma a analisar as patologias existentes e as medidas de reparação a executar de modo a tornar o edifício capaz de responder às solicitações a que vai estar exposto.

Desta forma, a empresa dividiu o edifício em duas partes (Corpo A e Corpo B), segundo a junta de dilatação dos dois blocos, e numerou todos os elementos da estrutura por pisos.

Após o trabalho preparatório, procedeu-se à inspeção no terreno dos vários elementos sendo realizadas fichas de inspeção onde são indicadas as patologias, algumas notas da descrição visual do elemento e as respetivas fotografias, por elemento e por piso.

Finda a inspeção visual os técnicos elaboraram os mapas de danos e técnicas de reparação propostas para todas as patologias e defeitos construtivos encontrados nos elementos estruturais.

Para determinar a resistência à compressão do betão na estrutura existente foram extraídos de alguns elementos estruturais apontados pela empresa carotes que foram extraídos por uma caroteadora com coroa diamantada de 10 cm de diâmetro. A posição da máquina foi escolhida de forma a não intercalar as armaduras existentes o que foi conseguido com sucesso.

Estes elementos foram entregues no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro de forma a realizarem-se os ensaios de compressão axial para determinar a resistência do betão que foi avaliada após realização dos ensaios e respetivo tratamento dos dados numa classe C20/25. [20]

Após obtenção destes resultados, foi feita a avaliação da capacidade resistente dos pilares e fundações do edifício e foram indicadas as medidas de reforço a adotar para tornar então a estrutura viável para a sua utilização futura.

Os elementos de alvenaria não foram inspecionados minuciosamente uma vez que serão todos demolidos sendo paredes de fachada ou interiores dada a nova configuração dos apartamentos a executar.

Em síntese, o relatório aponta que é possível a reabilitação da estrutura existente apesar do seu grau de degradação em alguns elementos estruturais devido à inexistência da camada de recobrimento nos elementos que levou à oxidação das armaduras e respetivas perdas de

secção e à sua exposição aos agentes atmosféricos não tendo esta qualquer tipo de proteção. Como a integridade global da estrutura não foi posta em causa por essas patologias observadas, é possível o seu aproveitamento para a construção futura.

Após receção deste documento, a proposta de arquitetura foi submetida a aprovação assim como o respetivo documento de inspeção da estrutura existente uma vez que a Câmara Municipal tinha dado ordem de demolição à empresa que detinha o imóvel.

Estando ainda a Câmara Municipal de Santo Tirso a avaliar o processo, o requerente pretendeu que fossem realizados os projetos de especialidades como estudo prévio mediante a base da arquitetura entregue de maneira a serem estudadas as soluções a adotar na reabilitação e ampliação do imóvel.

No estágio realizado foi possível acompanhar este processo desde o início da fase da arquitetura, inspeções e ensaios, elaboração dos projetos de especialidades e participação nas reuniões entre os projetistas e o dono de obra.

5.3. *Projetos de Especialidades*

Como frisado anteriormente, os projetos de especialidades deste edifício foram adjudicados a três empresas, sendo elas a **Fénix, Projetos de Engenharia Civil, Lda** para a execução dos projetos de abastecimento de água, drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, abastecimento de gás, comportamento térmico, condicionamento acústico, segurança contra incêndios, instalações eletromecânicas e ventilação, **Ferreira Lapa, Lda**, para execução da estabilidade mediante as propostas de reabilitação e relatório de inspeção elaborados pela mesma e **xProject – Projetos e Estudos energéticos** para projeto elétrico e ITED.

Apesar da participação ativa em todas as especialidades, vão ser apresentadas aquelas que efetivamente foram elaboradas na Entidade Acolhedora e mais aprofundadas.

Os projetos tiveram como base uma arquitetura presente na figura 5, correspondendo à perspetiva virtual do edifício reabilitado e ampliado pretendida.

Apesar de serem feitos os projetos como estudo prévio, com os resultados e indicações dos relatórios técnicos de inspeção comparados com a arquitetura proposta final, as soluções corresponderam ao pretendido nesta e por isso logo após a Câmara Municipal de Santo Tirso ter emitido o parecer favorável à aprovação da arquitetura o processo completo das especialidades deu entrada na entidade para Licenciamento.

Uma vez que o parecer técnico da Autoridade Nacional de Proteção Civil ainda não foi emitido, a Câmara concedeu uma licença especial para demolições e reabilitação da estrutura existente pelo que os trabalhos de reabilitação já iniciaram e houve oportunidade cedida pelo requerente de serem acompanhados esses trabalhos pelo estagiário, nomeadamente execução de escavações para descobrir as fundações existentes, execução da rede de drenagem freática, reforço de sapatas com aumento de secção em betão armado segundo as dimensões indicadas no projeto de estabilidade, preparação e aplicação dos produtos indicados no relatório técnico para proteção de armaduras corroídas, incluindo a preparação destes elementos para receber os respetivos produtos, acompanhamento dos técnicos da SIKA para verificação da execução dos trabalhos de reabilitação, encamisamento de pilares e vigas com betão armado, demolições e também processos de pedido de corte de via pública para montagem da grua no estaleiro do edifício como demonstrado na figura 2.

Seguidamente serão apresentados os projetos com maior grau de participação ativa e devidamente aprovados pelas entidades competentes, nomeadamente a INDAQUA, Águas do Norte e Câmara Municipal de Santo Tirso.



Figura 4 - Perspetiva Final do Edifício ARCHEE

5.3.1. Projeto de Estabilidade e técnicas de reparação do betão

Relativamente a esta especialidade o projeto foi seguido apenas nas reuniões e visitas à obra.

Contudo a solução adotada para a ampliação do edifício foi composta por pilares, vigas e lajes aligeiradas de vigota e abobadilha nas lajes apoiadas nas vigas, enquanto que as consolas são realizadas em betão armado contendo uma zona de igual comprimento para o interior da laje aligeirada maciça de forma a sujeitar as vigas existentes e novas a cargas o mais verticais possíveis, evitando os esforços de torção uma vez que o betão existente já tem alguma idade e nos elementos periféricos este encontra-se com alguma degradação sendo necessário o reforço das mesmas também.

Após os resultados dos ensaios e elaboração do respetivo relatório de inspeção, a estrutura foi dimensionada toda em conjunto com o programa de cálculo automático CYPECAD, tendo em conta todos os resultados obtidos dos elementos e condições do solo.

O projeto foi ainda detalhado com pormenores indicando o modo de aplicação das técnicas de reforço necessárias nos elementos existentes, conforme pretendido pelo dono de obra.

Atendendo a que já existia parte da estrutura de dois blocos, conforme representado na figura 5, o projeto foi elaborado de modo a manter os alinhamentos e elementos existentes, garantindo a segurança com o respetivo reforço previsto nos referidos elementos de betão armado e a parte a ampliar em cima das partes existentes conforme representado nas figuras 6 e 7, respetivamente a vista frontal e traseira da solução final proposta para a execução do edifício.

A modelação do edifício teve em conta a resistência dos elementos existentes e a capacidade de receber a ampliação prevista na arquitetura, resultando apenas um edifício com uma junta de dilatação entre o Corpo A e o Corpo B apenas. Existirá ainda o Corpo C correspondente a uma zona de construção nova separada por junta de dilatação entre esse corpo, o Corpo B e os blocos de habitação indicados como não pertencentes ao empreendimento [Figura 5].

Existia outra junta de dilatação, mas refeito o projeto foi proposto anular a mesma e ligar as partes já existentes no corpo A na direção horizontal junto à caixa do elevador existente e a parte a ampliar que já se encontrava construída da fundação até ao Piso 0.

Um grande desafio lançado neste projeto foi a construção de varandas em todos os pisos com geometria irregular e com mais de 1,80 metros de vão livre ligadas à estrutura existente, uma vez que as vigas periféricas do Corpo A existentes são todas vigas rasas. Devido às cargas atuantes nas mesmas, estas serão encamisadas com betão armado ficando com a secção definida em projeto.

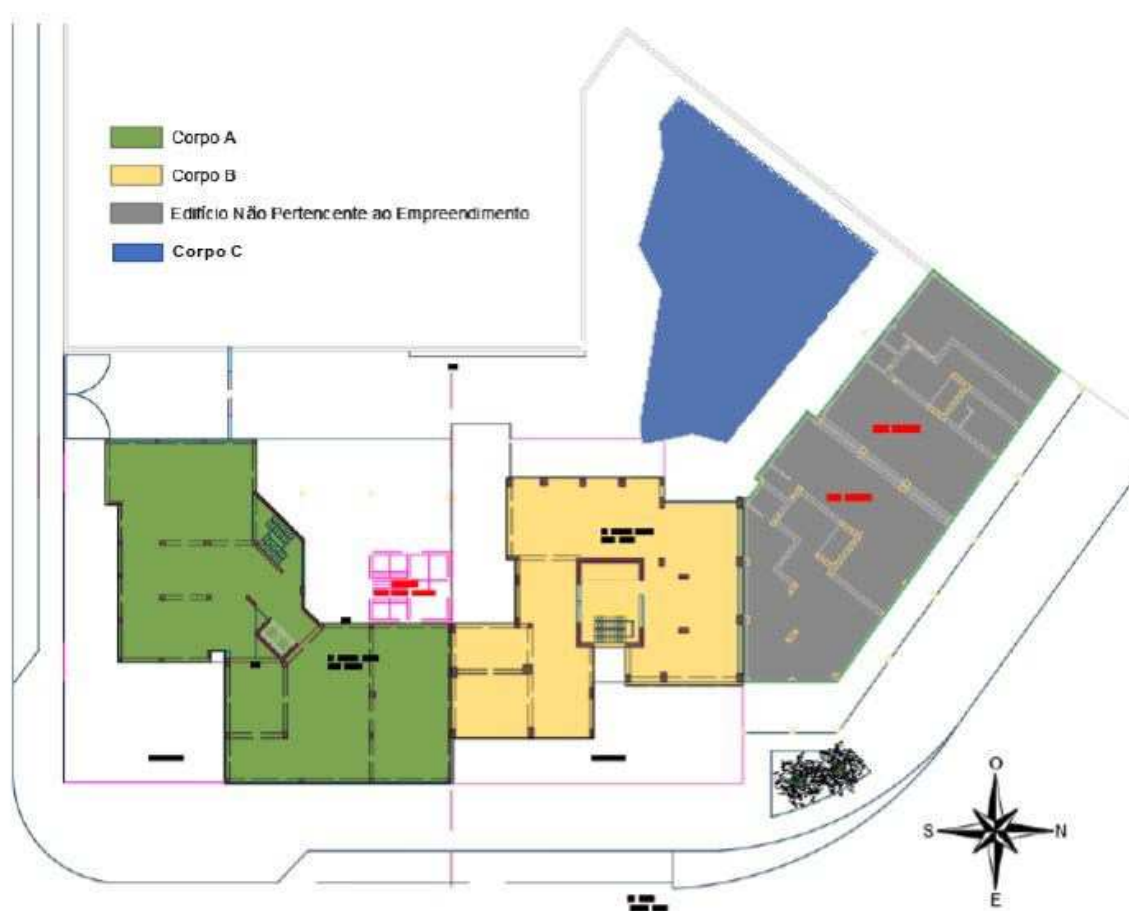


Figura 5 - Estrutura existente edifício ARCHEE

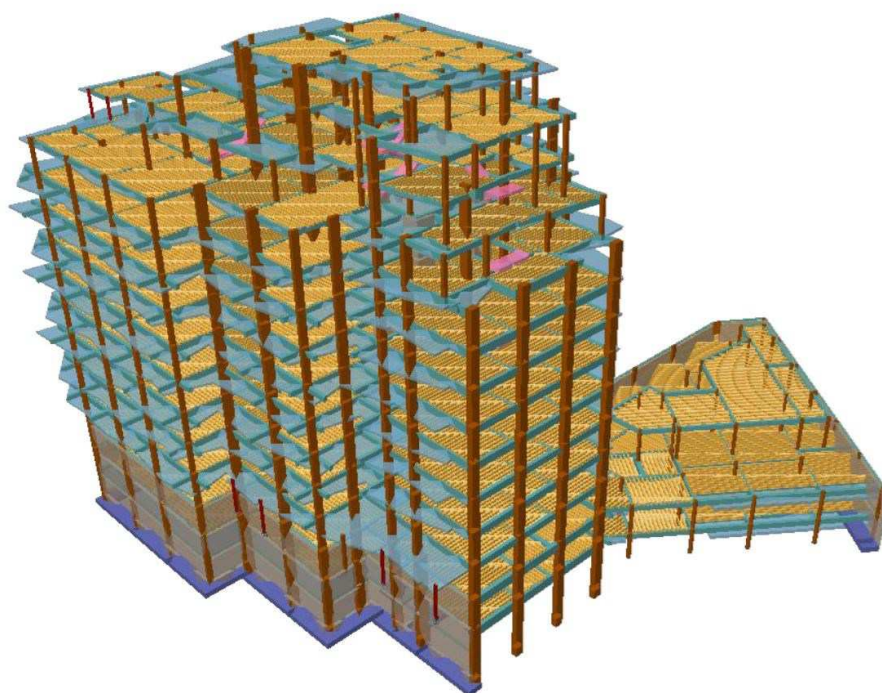


Figura 6 - Perspetiva frontal do edifício ARCHEE

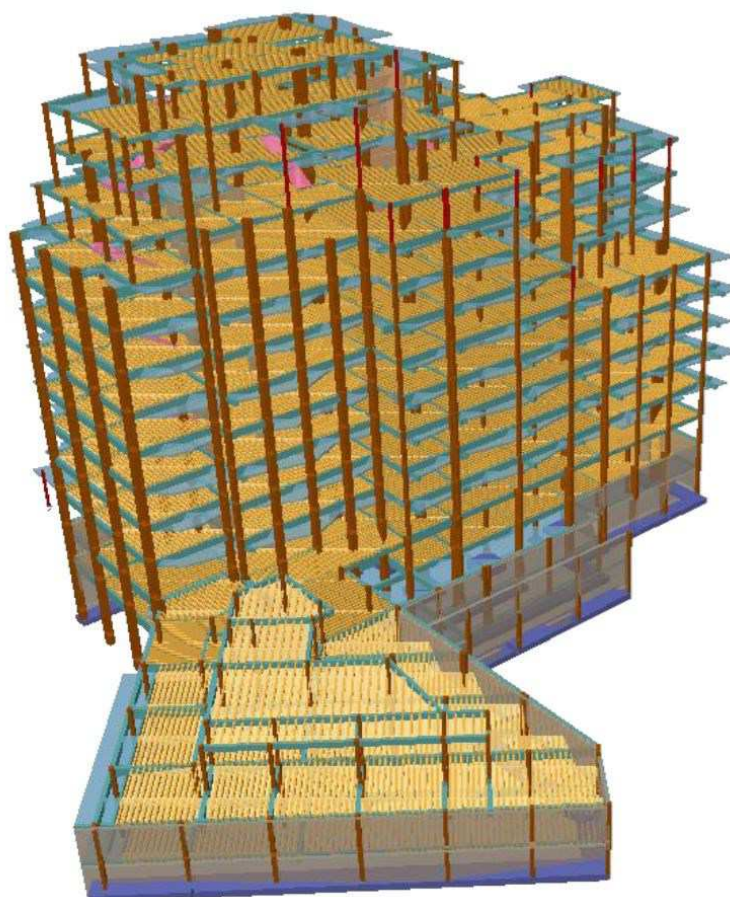


Figura 7 - Perspetiva traseira do edifício ARCHEE

As varandas serão construídas em betão armado no Piso 1 com os respetivos contrabalanços previstos neste projeto.

Uma vez que este processo construtivo é bastante moroso principalmente nas zonas da estrutura existente implicando a demolição de parte das lajes interiores na zona periférica do edifício, está em estudo a possibilidade da realização das restantes varandas com uma solução de estrutura metálica devidamente ligada à estrutura de betão armado existente.

O projeto apresenta-se em anexo contendo todos os documentos correspondentes ao licenciamento do edifício.

A técnica de reforço dos elementos de betão armado existentes utilizada foi o encamisamento dos elementos com betão de classe C25/30 e varões com classe de resistência A500.

Nas fundações também foi utilizada esta técnica recorrendo a empalmes aplicados à sapata existente a uma profundidade maior de forma a aumentar a área de contacto entre as sapatas e o extrato resistente ao nível do pavimento as sapatas foram ligadas por lintéis de fundação, como indicado no projeto garantindo uma reserva de resistência das mesmas.

Foi escavado o terreno em volta das faces da sapata existente até uma profundidade indicada para obtenção do extrato resistente, normalmente entre 20 cm e 40 cm abaixo da cota de soleira da sapata existente com cerca de 80 cm a 1 m de largura entre as faces.

Procedeu-se à limpeza e picagem das faces da sapata existente de forma a permitir uma melhor ligação entre as superfícies de contacto, furação de uma malha de ligadores metálicos de 12 mm com espaçamento de 15 x 15 cm² a penetrar 20 cm na sapata existente e 30 cm na nova face a betonar selados com bucha química.

Os ligadores foram colocados e selados após a execução da armadura de reforço a instalar nas faces da sapata.

Por fim procedeu-se à cofragem em alguns lados da sapata devido ao alargamento da área de escavação e consequente betonagem recorrendo a betão pronto da classe C25/30 hidrófugo.



Figura 8 - Execução de trabalhos de reforço das fundações



Figura 9 - Betonagem executada da mesma sapata

No caso dos pilares que foram já reforçados e de forma a aguentar com os esforços provenientes do novo piso da cave, o Piso -2 composto por uma laje maciça fungiforme com capiteis embutidos na laje, estes foram limpos com recurso a máquinas com escovas e foi feita uma batida nos mesmos de forma a verificar se haviam elementos desagregados pela oxidação das armaduras.

Após a limpeza, nos casos em que não se descobriram armaduras oxidadas, foi aplicado um produto de proteção das armaduras interiores que por impregnação através das faces dos elementos forma uma camada protetora relativamente aos agentes que provocam a oxidação das armaduras, funcionando como protetor das mesmas.

Depois de aplicado o produto indicado no relatório cumprindo os parâmetros exigidos na ficha técnica, trabalhos estes que foram seguidos pelos técnicos da SIKA, procedeu-se à execução das armaduras indicadas em projeto para reforço e suporte da referida laje, compostos por uma malha de varões de 12mm afastados de 15 cm em duas faces, sendo os aumentos a betonar com 15 cm de largura em todas as faces dos pilares.

Após a execução das armaduras, foram colocados ligadores metálicos conforme descrito acima para as sapatas, furando o pilar e selando os ligadores com bucha química.

A cofragem foi realizada em madeira com elementos nos cantos de forma a cortar as arestas dos pilares, garantindo na mesma os recobrimentos indicados, e posteriormente a betonagem dos elementos.

Quando os elementos apresentaram varões expostos e oxidados, foi feita a decapagem no pilar nas zonas oxidadas dos varões cerca de 1 cm a 1,5 cm para o interior do pilar, o aço foi escovado com recurso a rebarbadoras e escovas até apresentar uma cor prata, indicando a limpeza das superfícies corroídas e foi colocado um produto de três componentes protetor das armaduras (SIKA TOP ARMATEC 110 EPOCEM) com duas demãos aplicadas e um tempo de espera de 4 horas como indicado pelos técnicos da marca e respetiva ficha técnica. Após o tratamento das armaduras deu-se seguimento ao processo anterior da armação das armaduras e betonagem da peça. Neste caso não se aplicou argamassa de proteção ao produto de proteção das armaduras uma vez que o pilar foi betonado com 15 cm de espessura nas faces.

Nos casos em que as armaduras estavam separadas foi feita a proteção das restantes e soldados varões de igual diâmetro para dar continuidade às mesmas como indicado no relatório e pelos técnicos envolvidos.

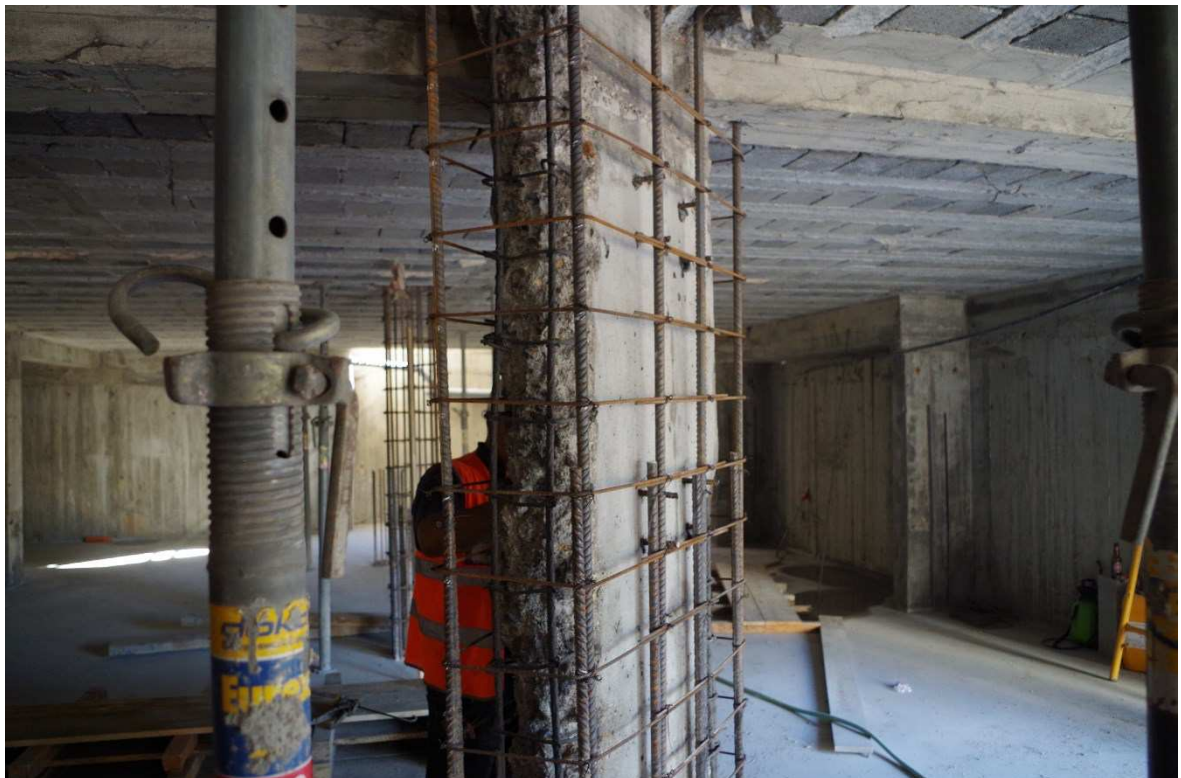


Figura 10 - Reforço de Pilar existente com tratamento de armaduras executado



Figura 11 - Execução de armaduras de reforço em pilares



Figura 12 - Reforço e betonagem efetuados nos pilares

Relativamente aos outros elementos, ainda não se iniciaram os trabalhos de reforço uma vez que as demolições das alvenarias ainda não foram executadas.

Para as vigas o processo de reforço é idêntico aos pilares pois existem algumas vigas que terão de aumentar de secção mediante a análise do projeto de estabilidade uma vez que a periferia do edifício terá consolas com mais de 1,80 metros de vão livre e as vigas existentes são vigas rasas e não estão preparadas para receber as cargas provenientes desses elementos.

Como é visível na figura 12, a caixa de elevadores e escadas é toda construída de raiz, assentando a sua fundação no extrato rochoso.

Além do reforço indicado no projeto e executado em obra, o Piso -3 é dotado de armadura superior extra, funcionando o piso como ensoleiramento geral tendo esta ligação às sapatas dos pilares e muros de suporte.

Atualmente, já se encontram os pilares devidamente reforçados até ao Piso 1, a laje do Piso -2 já está executada assim como a ampliação do Piso 1.

5.3.2. Projeto de Abastecimento de Água

Para o projeto em causa, é apresentada a memória descritiva e justificativa. As peças desenhadas e mapas de dimensionamento encontram-se em anexo.

- **Introdução**

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa, ao projeto de distribuição predial de água a implantar num edifício destinado a habitação coletiva que será construído na Rua Infante D. Henrique e na Rua Nuno Álvares Pereira, freguesia de Santo Tirso, concelho de Santo Tirso, cujo requerente é ARCHEE MADEIRA Construções, Lda.

Trata-se de um edifício destinados a habitação coletiva, compostos por quinze pisos: três caves destinadas a garagens, rés-do-chão destinado a comércio e mais onze pisos destinados a habitação.

Este edifício destina-se a habitação, comércio e garagens e é constituído por 69 frações destinadas a habitação e 10 frações destinadas a comércio.

A zona onde se pretende fazer a construção do edifício possui rede pública de abastecimento de água.

- **Descrição da rede**

A rede de distribuição de água é, de uma forma geral, constituída por um ramal de entrada ao nível e por condutas horizontais de distribuição para alimentação dos vários compartimentos, distribuindo-se água para os diversos aparelhos através de prumadas verticais, conforme assinalado nas peças desenhadas.

O abastecimento de água até às baterias de contadores e dispositivos de utilização será feito desde um reservatório e com recurso a uma central hidropressora. A adução à cisterna será estabelecida com uma tubagem de Ø 63 mm para o reservatório.

Para o aquecimento das águas sanitárias está previsto a instalação de uma bomba de calor. A água quente destina-se à cozinha e às instalações sanitárias, locais onde se manifestam as maiores necessidades.

A tubagem e acessórios a utilizar na rede de água fria e quente será em polipropileno, PP-R, SDR5, PN25, segundo a legislação em vigor.

- **Aspetos construtivos**

O traçado das tubagens será constituído por troços retos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios adequados, devendo os troços horizontais possuir uma inclinação média igual a 0,5 %, para favorecer a circulação do ar.

Em geral, as redes interiores andarão nos espaços técnicos, reservas, e/ou ocultas no teto falso dos diferentes pisos de onde ramificarão para as diversas instalações. Dentro das instalações as redes andarão nos tetos falsos.

As canalizações de água quente ficarão paralelas às de água fria, afastadas no mínimo de 5 cm e protegidas com um isolamento adequado, imputrescível, não corrosivo, incombustível e resistente à humidade, de forma a evitar grandes perdas de calor nos percursos até aos aparelhos e permitindo fáceis dilatações sem prejudicar as paredes.

A canalização interior será embutida, com o trajeto e calibres apresentados nas peças desenhadas, não devendo ficar colocada sobre elementos de fundação, dentro de elementos estruturais, nem em espaços destinados a chaminés ou sistemas de ventilação. Sempre que a conduta acesse paredes e pavimentos, deverá a mesma ser devidamente embainhada.

Serão instaladas válvulas de seccionamento imediatamente a jusante do contador, à entrada dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e da cozinha, e do aparelho produtor de água quente. A montante deste último, será ainda instalado uma válvula de retenção.

A ligação entre a rede de distribuição e cada aparelho sanitário será efetuada no diâmetro de 20 mm, devendo ser colocada uma torneira de corte a montante do aparelho.

Todos os materiais e equipamentos a instalar deverão estar devidamente reconhecidos pelas entidades competentes, respeitando as normas portuguesas e/ou internacionais.

- **Rede de Água Quente**

A rede de água quente é subsidiária da água fria, tendo um traçado e disposição idêntico nos dispositivos com a necessidade da água quente, entre a bomba de calor e os dispositivos.

O aquecimento de água será individualizado por fração, sendo feito por bombas de calor.

- **Cálculo Hidráulico**

O dimensionamento da rede de água foi feito com base nos caudais unitários atribuídos aos dispositivos de utilização, de acordo com o anexo IV do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de água e Drenagem de Águas Residuais:

Tabela 7 – Caudais instantâneos

Lavatório (LV)	0.10 l/s
Bacia de retrete (Br)	0.10 l/s
Chuveiro (Ch)	0.15 l/s
Banheira (Ba)	0.25 l/s
Máquina lava louça (Mll)	0.15 l/s
Máquina lava roupa (Mlr)	0.20 l/s
Pia lava loiça (Ll)	0.20 l/s
Torneira Serviço (TS)	0.30 l/s

Os diâmetros das tubagens foram calculados por recurso a fórmulas conforme o tipo de material em causa e admitindo o valor da velocidade superior a 0,5 m/s e inferior a 2,0 m/s. Procurou-se evitar velocidades próximas do valor máximo admitido, com vista a evitar ruídos nas canalizações.

Para a determinação dos caudais de cálculo em cada troço de tubagem utilizou-se a curva indicada no referido Regulamento Geral.

As perdas de carga foram calculadas pela fórmula de Flamant. As perdas de carga localizadas tais como; curvas, tês, reduções, uniões, joelhos, etc., foram consideradas 15% da perda de carga linear.

O cálculo hidráulico das pressões foi efetuado com base nas perdas de carga lineares e localizadas, bem como nos desníveis a vencer. Foi adotado o valor da pressão residual mínima de $P \geq 10 \text{ Kpa}$ (0.10 Kg/cm^2) no dispositivo mais desfavorável. Por uma questão de maior conforto, optou-se por uma pressão de 10 m.c.a, apesar da mínima imposta pelo regulamento ser de 5 m.c.a.

Os diâmetros adotados encontram-se referenciados nas peças desenhadas.

Após a conclusão das redes deverão ser efetuados os *ensaios de estanquidade* de acordo com o estipulado no art.º 111 do respetivo regulamento, com as canalizações e respetivos

acessórios ainda à vista, convenientemente travados, com as extremidades obturadas e desprovidas de dispositivos de utilização. Posteriormente, com a instalação desses dispositivos, verificar-se-á então o comportamento hidráulico do sistema.

- **Grupo Hidropressor**

O sistema de pressurização selecionado foi uma central hidropneumática da Grundfos, gama Hydro MPC-E 5 x CRIE 10-5 (ou equivalente). Este sistema permite acoplar duas a seis bombas em paralelo as quais são montadas numa estrutura comum com todos os acessórios e quadro elétrico.

Este sistema será composto por cinco CRIE 10-5 com controlo eletrónico de velocidade.

Dados Técnicos:

- Caudal efetivo calculado: 40.8 m³/h
- Caudal mínimo do sistema: 30.0 m³/h
- Caudal máximo: 79.0 m³/h
- Caudal máximo do sistema: 72.0 m³/h
- Altura manométrica resultante da bomba: 64.17 m
- Altura manométrica máxima: 74 m
- Impulsores principais: 5
- Designação da bomba principal: CRIE10-5
- N.º da bomba principal: 96701158
- Número de bombas: 5



- **Reservatório**

Os reservatórios de abastecimento de água fria de cada bloco foram dimensionados tendo em conta um consumo médio de 150 litros/dia por habitante, uma vez que se trata de um edifício habitacional.

Neste cálculo foram utilizadas as seguintes fórmulas:

Fórmula 1: $Cd = N \times C$

Fórmula 2: $V_{min.} = Cd \times Cs$

Em que:

- V_{min.}** – Volume mínimo em litros
- C_d** – Consumo diário
- N** – População abastecida
- C** – Consumo por Unidade
- C_s** – Coeficiente de Segurança (1.12)

Neste caso precisamos de calcular a capacidade do reservatório para 69 frações para habitação.

Num total de 69 frações de habitação existem 15 T1, 20 T2, 30 T3, 3 T4 e 1 T6. Considerando que os apartamentos T1 serão ocupados por 2 pessoas, os T2 por 3, os T3 por 4, os T4 por 5 e o T6 por 7 obtendo assim um total de 232 habitantes.

Aplicando a Fórmula 1, obtemos um consumo diário de 34 800 litros (150 litros/dia/hab x 232 hab).

O volume mínimo do reservatório é então obtido através da multiplicação do consumo diário pelo coeficiente de segurança, o que dá um total de cerca de 39 000 litros.

- **Coluna Piezométrica**

Uma vez que o reservatório de abastecimento de água se encontra num piso inferior ao de referência será prevista uma coluna piezométrica no percurso que a tubagem faz do contador para o reservatório do piso -3.

A Coluna Piezométrica permite regularizar o nível piezométrico da rede, e no seu topo deve ser instalada uma válvula de purga.

- **Considerações Finais**

Em todos os casos omissos respeitar-se-á o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais Domésticas (Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto) e demais legislação em vigor e ainda as condições impostas pela fiscalização e Regulamentos Municipais.

- **Peças Desenhadas**

Apresentam-se desenhos com as redes de distribuição de água separadas das de drenagem de águas residuais.

5.3.3. Projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas

Para o projeto em causa, é apresentada a memória descritiva e justificativa. As peças desenhadas e mapas de dimensionamento encontram-se em anexo.

- **Considerações Gerais**

A presente memória refere-se ao projeto de drenagem de águas residuais relativo à Construção de Edifício de Habitação Coletiva e Comércio, que se pretende licenciar na Rua Nuno Álvares Pereira e Rua Infante D. Henrique, na União de Freguesias de Santo Tirso, Couto (St. Cristina e S. Miguel) e Burgães, do concelho do Santo Tirso.

Os cálculos efetuados obedecem às prescrições do *Regulamento Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais*.

Na rede serão utilizadas tubagens em policloreto de vinilo (PVC-U), da Série B de acordo com as normas em vigor: EN 1329 e EN 1453-1.

- **Descrição da rede**

A rede de drenagem de águas residuais domésticas do edifício funcionará por gravidade, sendo as águas de cada compartimento, cozinhas e Quartos de banho, conduzidas aos tubos de queda que drenam as águas residuais para as redes suspensas nos pisos -1 e -2. Entre estes dois pisos, existem dois pontos de ligação das redes suspensas às Caixas de Ramal de Ligação que drenam para a rede pública já executada no local.

- **Cálculo hidráulico da rede**

Uma das bases do dimensionamento, será obtida com a fixação dos caudais de descarga dos diversos aparelhos, que o Regulamento estabelece no seu anexo XIV.

Os caudais de descarga considerados nos dispositivos instalados e os diâmetros mínimos dos ramais de descarga foram os seguintes:

Tabela 8 – Dispositivos, caudal instantâneo e diâmetro de ramal de descarga

Lavatório (Lv)	30 l/min	50 mm
Bacia de retrete (Br)	90 l/min	90 mm
Banheira (Ba)	60 l/min	50 mm
Bidé (Bd)	30 l/min	50 mm
Lava loiça (Ll)	30 l/min	50 mm
Máquina de Lavar Loiça (Mll)	60 l/min	50 mm
Máquina de Lavar Roupa (Mlr)	60 l/min	50 mm
Máquina de Secar Roupa (Msr)	30 l/min	50 mm

Para a determinação dos caudais de cálculo previu-se a utilização simultânea das peças, nos casos em que a possibilidade de ocorrência não é desprezável. Utilizou-se também a curva indicada no referido Regulamento Geral para determinação de caudais.

- **Ramais de descarga**

Os diâmetros dos ramais de descarga, das ligações às câmaras de inspeção e dos ramais de ligação foram calculados pela fórmula de *Manning-Strickler* e dimensionados para um escoamento a meia secção e teve-se em conta os caudais de descarga, inclinações de 1% a 4%, o tipo de material utilizado e o risco de perda de fecho hídrico.

- **Elementos Constituintes e Aspetos Construtivos**

- **Materiais**

Todos os materiais devem ser isentos de defeitos e obedecer ao determinado nas respetivas Especificações, documentos de Homologação ou Normas em vigor.

A tubagem e respetivos acessórios a utilizar na rede superior e inferior de drenagem de águas residuais será em PVC -U, Série B não plastificado com homologação.

As uniões entre tubos, ou entre os mesmos e os seus acessórios são do tipo “UNI” - sistema de ligação por abocardamento liso, por colagem. Na execução das juntas de dilatação, o sistema de ligação será por junta elástica - tipo “DIN”, por forma a garantir livre dilatação e perfeita estanqueidade.

- **Condições de Instalação**

Todas as tubagens permanecerão à vista até que sejam realizados ensaios e experiências, que têm por finalidade assegurar o correto funcionamento da rede, que a Fiscalização entender levar a efeito, particularmente o ensaio de estanqueidade e de eficiência indicado no *Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais*.

Qualquer furação que se faça em elementos de construção de betão, para atravessamento de tubagens da rede de drenagem de esgotos, não deve comprometer o comportamento estrutural do elemento em causa.

Nos atravessamentos de tetos, paredes e pavimentos a tubagem deverá ser envolvida por mangas metálicas de proteção de chapa zincada ou bainhas de PVC, que permitam a sua livre dilatação. O espaço vazio entre a manga e a tubagem deve ser preenchido com material isolante.

Toda a tubagem deverá ser instalada de acordo com as prescrições dos respetivos fabricantes.

- **Ramais de descarga**

A tubagem referente aos ramais de descarga será colocada em roços nos elementos de construção, mas devidamente protegidos para não produzir contacto com argamassa de enchimento dos roços e sem afetar a resistência dos elementos estruturais do edifício e das próprias canalizações.

O traçado dos ramais de descarga será realizado por troços retilíneos e providos de caixas de pavimento em cada mudança de direção ou declive.

- **Coletores enterrados**

O assentamento dos coletores enterrados será executado em valas com largura suficiente para a realização dos trabalhos, tomando-se atenção à profundidade a atingir.

No caso de a tubagem ficar colocada na base ou sub-base do pavimento térreo, a mesma deverá ser devidamente protegida para não produzir contacto com argamassas e sem afetar a resistência dos elementos estruturais do edifício e das próprias canalizações.

No início, em todas as mudanças de direção, de inclinação ou diâmetro dos coletores e nas confluências, serão implantadas câmaras de inspeção que permitem assegurar as operações

de manutenção dos troços adjacentes.

- **Recomendações na instalação das canalizações**

Toda a tubagem respeitará na sua instalação as recomendações preconizadas pelo respetivo fabricante.

No caso de o adjudicatário não obter qualquer informação por parte do fabricante, dono da obra ou fiscalização, referente à fixação dos tubos e localização das juntas de dilatação, recomenda-se:

- **Fixação dos tubos**

Os tubos devem ser suportados por braçadeiras fixas à construção, que devem obedecer às seguintes condições:

- Suportar os tubos sem aperto, permitindo-lhes os livres deslocamentos que acompanham as suas elevadas dilatação e contração térmicas; excetuam-se os pontos onde a fixação é rígida, em geral um por cada junta de dilatação;
- Serem distanciadas, entre si, segundo o Quadro I apresentado em seguida:

Tabela 9 – Distâncias máximas entre suportes

DISTÂNCIAS MÁXIMAS ENTRE SUPORTES		
Diâmetro exterior nominal (mm)	Nas canalizações horizontais (m)	Nas canalizações verticais (m)
32 a 63	0,50	1,00
75 a 125	0,80	1,50
140	1,00	1,50
160 a 250	1,20	1,50

- **Ventilação dos aparelhos sanitários**

A ventilação é constituída pelo prolongamento dos tubos de queda de 0,50 m acima da cobertura da edificação ou quando for terraço 2,00 m acima do seu nível, sendo esta abertura protegida com rede para impedir a entrada de materiais ou de pequenos animais.

- **Sifões**

São acessórios fundamentais do sistema, integrados nos aparelhos sanitários ou inseridos nos ramais de descarga, impedindo a passagem de gases dos esgotos para o interior das habitações e serão montados em locais acessíveis, facilitando as operações de limpeza.

O material dos sifões não incorporados nos aparelhos sanitários será o PVC rígido. Os diâmetros mínimos a instalar serão de acordo com o anexo XIV do respetivo Regulamento. Todos os aparelhos sanitários serão sifonados, cumprindo-se a proibição de dupla sifonagem e as regras de boa prática. Os sifões a utilizar em lavatórios serão de tipo garrafa ou tubulares. Os sifões das bacias de retrete são incorporados no próprio aparelho.

Os calibres e fechos hídricos dos sifões são os indicados no Quadro X.

Tabela 10 - Sifões

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS SIFÕES		
Aparelho Sanitário	Diâmetro mínimo (mm)	Fecho hídrico (mm)
Lavatório	30	50
Bacia de retrete Mictório suspenso	a)	50

a) Sifão incorporado no próprio aparelho

- **Caixas de Pavimento**

Ao nível do piso, os ramais de descarga dos aparelhos, com exceção das bacias de retrete, quando não se inserem diretamente em tubos de queda ou câmaras de inspeção, serão reunidos em caixas de pavimento. Quando o aparelho não é sifonado, a sifonagem realizar-se-á na própria caixa de pavimento, interpondo um cachimbo na ligação desse ramal à caixa. Será sempre cumprida a imposição regulamentar de proibição de dupla sifonagem. Superiormente as caixas de pavimento serão preparadas para receberem uma tampa roscada, de latão cromado, para inspeção e limpeza.

As caixas de pavimento serão em PVC rígido e terão as dimensões compatíveis com as tubagens que nelas concorrem. Superiormente as caixas de pavimento serão preparadas para receberem uma tampa que enrosca no corpo da caixa, de latão cromado, para inspeção

e limpeza. Esta tampa ficará à vista e à face do pavimento e deverá vedar completamente a caixa para que não passe para o exterior qualquer líquido, para além de evitar a passagem de quaisquer cheiros.

- **Câmaras de Inspeção**

Estes acessórios da rede destinam-se a facilitar o acesso aos coletores para operações de manutenção.

As câmaras de visita serão implantadas na confluência de coletores, nos pontos de mudança de direção, de inclinação e de diâmetro. A inserção de um ou mais coletores noutra far-se-á, no sentido do escoamento de forma a assegurar a tangencia da veia líquida secundária à principal. Nas alterações de diâmetros a concordância far-se-á, garantindo a continuidade da geratriz superior interior dos coletores.

O tipo de câmara de inspeção e seus elementos constituintes são pormenorizados nas peças desenhadas.

- **Peças Desenhadas**

Apresentam-se desenhos com a rede de drenagem de águas residuais.

5.3.4. Projeto de Drenagem de Águas Pluviais

Para o projeto em causa, é apresentada a memória descritiva e justificativa. As peças desenhadas e mapas de dimensionamento encontram-se em anexo.

- **Introdução**

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa ao projeto de drenagem predial de águas pluviais, relativo a um edifício destinado a habitação coletiva e comércio a construir na Rua Infante D. Henrique e Rua Nuno Álvares Pereira, União de Freguesias de Santo Tirso, Couto (Sta. Cristina e S. Miguel) e Burgães, concelho de Santo Tirso, cujo requerente é ARCHEE MADEIRA, Construções Lda.

- **Considerações Iniciais**

De acordo com o projeto de arquitetura trata-se de um edifício constituído por 14 pisos destinados a habitações, comércio e garagens. O Piso -3, Piso -2 e Piso -1 são destinados a garagens, o Rés-do-Chão destinado a Comércio e os restantes pisos são destinados a habitações.

No local existe Rede Pública de Drenagem de Águas Pluviais.

- **Circuito Hidráulico**

As águas pluviais afluentes às coberturas serão recolhidas por caleiras que as conduzirá a tubos de queda. As caleiras terão normalmente pendentes para jusante de 1%.

Serão instaladas caleiras com grelha e caixas de visita para receber as águas das garagens (lavagens), passeios exteriores e as águas provenientes das rampas de acesso às garagens.

As águas provenientes dos tubos de queda serão encaminhadas para as caixas de visita, que por sua vez, encaminharão as águas através de coletores até à rede pública e no caso do Piso -3, as águas são encaminhadas para a Caixa de Bombagem que drena para a rede pública.

- **Cálculo Hidráulico**

De acordo com o estabelecido no “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais”, procedeu-se à respetiva determinação da intensidade de precipitação para a zona em estudo, expressão (1), e ao consequente dimensionamento de tubos de queda recorrendo-se à expressão (3), Método Racional de cálculo, expressão (2) e à expressão (4), conforme estudo publicado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC.

Sabendo-se que a intensidade de precipitação depende não só das características pluviométricas da zona em estudo como também das características de duração e frequência adequadas a cada projeto, o método mais usado para a sua determinação é o que consiste na utilização das curvas de intensidade de precipitação em função do conhecimento da chuva e da duração da mesma. Elaborou também, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, com vista à publicação de um novo “Regulamento de Canalizações de Águas e Esgotos”, um estudo para diferentes períodos de retorno (2, 5, 10,

20, 50 e 100 anos) onde se definem os parâmetros a) e b) para as três regiões distintas do país.

Com recurso à expressão (1), já referida, e em função dos parâmetros a fixar determina-se a intensidade de precipitação de projeto.

$$I = a \times t_p^b \quad (1)$$

[I] – intensidade de precipitação (mm/h);

[t_p] – Tempo de precipitação (min);

[a,b] – parâmetros de frequência a adotar e da zona pluviométrica em estudo

Para o período de retorno de 5 anos e um tempo de precipitação de 5 minutos, e sendo a zona em estudo inserida na região A, obteve-se para intensidade de precipitação o valor de 1,75 l/min.m², (291,5 l/s. Ha).

Estes parâmetros: tempo de retorno, tempo de precipitação e região, são os referidos no novo Regulamento Geral para redes de drenagem de águas pluviais prediais.

- **Dimensionamento das caleiras**

O caudal de cálculo é baseado na expressão abaixo indicada:

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (\text{l/min}) \quad (2)$$

[Q] - Caudal de calculo (l/min);

[C] -O coeficiente de escoamento considerado para coberturas será C =1, Anexo X;

[I] - Intensidade de precipitação considerando um período de retorno de 5 anos, para uma duração de precipitação de 5 minutos. Foi considerado I = 1.75 l/min/m², dada a região pluviométrica (Anexo IX);

[A] - Área a drenar, considerada em projeção horizontal (m²).

O dimensionamento hidráulico da caleira tem em atenção a expressão de *Manning-Strickler*:

$$Q_{hid} = K \cdot R^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)} \cdot S \cdot 1000 \cdot 60 \quad (\text{l/min}) \quad (3)$$

- K - Rugosidade do material *Manning - Strickler* = $95 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$;
- R - Raio hidráulico - Quociente da área da secção transversal e o perímetro molhado - $S/\lambda(\text{m})$;
- I - Inclinação da caleira %;
- S - Área da secção transversal - Foi considerada altura da lâmina líquida = 0.70 da altura da secção transversal da caleira (m^2).

- **Dimensionamento dos tubos de queda**

Os tubos de queda serão em PVC rígido da classe de 6.0 Kg/cm^2 , do tipo UNI.

O caudal de cálculo dos tubos de queda tem em conta o somatório dos caudais de cálculo das caleiras e dos ramais de descarga. Tem ainda como base a expressão empírica abaixo indicada.

$$D = (Q - 0.02638 \cdot \beta \cdot H^{(5/2)}) / (0.02638 \cdot \alpha \cdot H^{(3/2)}) \quad (4)$$

- $\alpha = 0,453$ - Entrada de caudal no tubo de queda em aresta viva;
- $\alpha = 0,578$ - Entrada cónica do tubo de queda;
- $\beta = 0,350$

[Q] – caudal de cálculo em l/min

[H] - Carga no tubo de queda (m);

[D] - Diâmetro do tubo de queda (m);

Tubo de queda na situação mais desfavorável:

⇒ Entrada de caudal no tubo de queda em aresta viva; para um $H = R = 3.75 \text{ cm}$ o diâmetro (mínimo) admissível é de 75 mm .

- **Estação Elevatória de Águas Residuais**

A SL1 é uma eletrobomba compacta, vertical, monocelular com impulsor monocanal, para instalação submersa.

Deve possuir um sistema de duplo empanque compacto em aço inoxidável. A câmara de óleo deve conter óleo alimentar, não tóxico, e ser possível verificar o nível e qualidade do mesmo do exterior da bomba.



O motor deve possuir dois conjuntos de sensores térmicos, sendo possível monitorizar a temperatura nos enrolamentos. A eletrobomba não deve usar qualquer tipo de líquido de arrefecimento do motor, não havendo assim perigo de contaminação do ambiente.

A ligação do cabo de tensão deve ser efetuada através duma ficha em aço inoxidável, e totalmente estanque. Deve estar equipada com cabo de alimentação com 10m de comprimento.

Deve estar equipada com uma abraçadeira especial de aperto rápido em aço inoxidável para permitir separar o motor da voluta de forma fácil e rápida e por conseguinte permitir uma rápida manutenção.

- **Ensaio de estanquidade**

Nos ensaios de estanquidade nas redes de águas pluviais interiores, deve-se verificar o seguinte:

- a) Os sistemas são cheios de água pelas extremidades superiores, obturando-se as restantes, não devendo verificar-se qualquer abaixamento de nível de água durante, pelo menos, 15 minutos.
- b) Nestes ensaios pode também usar-se ar ou fumo nas condições de pressão equivalentes às da alínea anterior.

- **Bibliografia**

Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

5.3.5. Projeto da Rede de Gás

Para o projeto em causa, é apresentada a memória descritiva e justificativa. As peças desenhadas e mapas de dimensionamento encontram-se em anexo.

- **Introdução**

A presente memória descritiva refere-se ao projeto da rede de abastecimento de gás a implantar num edifício destinado a habitação coletiva e comércio que será construído na Rua

Infante D. Henrique e Rua Nuno Álvares Pereira, União de Freguesias de Santo Tirso, Couto (Sta. Cristina e S. Miguel) e Burgães, concelho de Santo Tirso, cujo requerente é ARCHEE MADEIRA, Construções Lda. Pretende-se definir globalmente os materiais e métodos a utilizar, bem como apresentar justificação para as secções adotadas.

- **Características e Tipo de Utilização do Imóvel**

Trata-se de um edifício destinados a habitação coletiva e comércio, compostos por 15 pisos: três caves destinadas a garagens, rés-do-chão destinado a comércio e mais 10 pisos destinados a habitação.

Este edifício destina-se a habitação, comércio e garagens, com um total de 10 frações destinadas a comércio e 69 frações destinadas a habitação, todas elas independentes.

O tipo de gás a adotar será o gás natural proveniente da rede pública.

- **Características dos Aparelhos de Queima**

Todos os aparelhos de queima a instalar deverão ser do tipo “multigás” das categorias I2, I12H, I12HL, II12, II12HL ou III.

A montagem destes aparelhos deverá ser executada por mecânicos de aparelhos credenciados pela DGE, de acordo com o Decreto-Lei 263/89 de 17 de Agosto. Deverá ainda obedecer aos requisitos estabelecidos pelas Normas Portuguesas NP EN 30 e NP 1037-1, instruções do fabricante, e recomendações do regulamento e especificações da concessionária e legislação em vigor.

Os tubos flexíveis devem respeitar as normas IPQ ET 107-1 e têm uma validade de 4 anos a contar da sua data de fabrico e devem ficar montados de forma:

- ✓ Não fiquem em contacto com as partes quentes do aparelho;
- ✓ Serem facilmente acessíveis em toda a sua extensão;
- ✓ Ter um comprimento máximo de 1,5 m;
- ✓ Não cruzar a parte posterior do aparelho.

<i>Aparelho</i>	Potência (kW)	Tipo	Ligação
Fogão	12	A	Tubo Flexível

- **Descrição da Instalação**

As redes de alimentação terão a sua origem numa caixa de corte geral que ficará a montante da rede rasante, onde deverá albergar uma válvula de corte geral tipo "golpe de punho", e o redutor. Existirá ainda, à entrada do edifício, uma válvula de corte tipo "golpe de punho".

A jusante, no interior de cada caixa de corte, deverá ser instalada uma válvula de corte rápido (juntas planas). As tampas destas caixas devem conter o símbolo "Gás".

Da caixa de corte geral, a rede divide-se em duas colunas montantes e desenvolvem-se até à bateria de contadores que se encontram nos armários de cada piso do edifício onde existem habitações.

Nesta rede prevê-se um patamar de redução para 300 mbar na caixa de abrigo que se encontra junto à via pública, e outros para 21 mbar junto aos contadores de cada habitação.

De cada contador segue, para o interior do apartamento, uma conduta de alimentação em cobre, que seguirá embutida no pavimento segundo as normas, a uma distância de 20 cm das paredes, conforme se pode verificar nas peças desenhadas, subindo depois em prumadas verticais e retilíneas até às válvulas de corte dos aparelhos. Esta rede seguirá para a cozinha, para alimentação do fogão.

Dentro das instalações e a montante de cada aparelho existirão válvulas de corte. As válvulas de corte dos aparelhos de queima, não podem ficar a uma distância superior a 0,80 m destes, devem ficar situadas a uma altura entre 1 m e 1,4 m acima do nível do pavimento, serem visíveis e facilmente acessíveis, mesmo com o aparelho montado. Entre aparelhos deve existir uma distância mínima de 0,4 m.

Nas frações em que o contador se encontre a mais de 20 m da entrada do fogo a instalação de gás deve possuir um dispositivo de corte, do tipo de um quarto de volta, junto à entrada ou dentro de cada fogo.

A conduta de evacuação dos produtos de combustão deverá ter no mínimo 0,3 m de verticalidade pendente ascendente de acordo com a NP 1037-1. As soldaduras devem ficar contidas em caixas de visita.

- **Pressupostos e Base de Cálculos**

A rede de gás foi dimensionada para comportar o gás natural em conformidade com o disposto no DL521/99.

No dimensionamento da rede recorreu-se à fórmula de Renouard simplificada para baixa pressão:

Fórmula de Renouard para Baixa Pressão – 21 mbar

$$D = (232 \times 10^5 \times Q^{1,82} \times d \times L / (P_a - P_b))^{(1/4,82)}$$

Em que:

P_a - Pressão absoluta na origem (Kg/cm²)

P_b - Pressão absoluta final (Kg/cm²)

Q - Caudal (m³/h)

D - Diâmetro da tubagem (mm)

L - Comprimento da tubagem (mm)

d - Densidade do gás relativamente ao ar

Após o dimensionamento procedeu-se à verificação da velocidade recorrendo à fórmula:

$$V = 1,25 \times Q \times (273 + t) / (D^2 \times P)$$

Em que:

Q - Caudal (m³/h)

t - Temperatura do gás (°C)

D - Diâmetro interior da tubagem (mm)

P - Pressão absoluta (bar ou Kg/cm²)

V - Velocidade do gás (m/s)

Na determinação do caudal recorreu-se à fórmula:

$$Q = Pot \times H \times 859.8 \times F_s / PCI$$

Em que:

Q - Caudal (m³/h)

Pot - Potência instalada no troço (Kw)

H - Número de habitações

F_s - fator de simultaneidade

PCI - Poder calorífico inferior (Kcal/m³) (N)

Fórmula de Renouard para Média Pressão – 300 mbar

$$D = (48600 \times Q^{1,82} \times d \times L / (Pa^2 - Pb^2))^{(1/4,82)}$$

Em que:

Pa - Pressão absoluta na origem (Kg/cm²)

Pb - Pressão absoluta final (Kg/cm²)

Q - Caudal (m³/h)

D - Diâmetro da tubagem (mm)

L - Comprimento da tubagem (mm)

d - Densidade do gás relativamente ao ar

Após o dimensionamento procedeu-se à verificação da velocidade recorrendo à fórmula:

$$V = 1,25 \times Q \times (273 + t) / (D^2 \times P)$$

Em que:

Q - Caudal (m³/h)

t - Temperatura do gás (°C)

D - Diâmetro interior da tubagem (mm)

P - Pressão absoluta (bar ou Kg/cm²)

V - Velocidade do gás (m/s)

Na determinação do caudal recorreu-se à fórmula:

$$Q = Pot \times H \times 859.8 \times Fs / PCI$$

Em que:

Q - Caudal (m³/h)

Pot - Potência instalada no troço (Kw)

H - Número de habitações

Fs - Fator de simultaneidade

PCI - Poder calorífico inferior (Kcal/m³) (N)

Foram Considerados os Seguintes Parâmetros de Dimensionamento:

	Coluna Montante	Interior da Habitação
Pressão de Serviço	300 mbar	21 mbar
Perda de Carga Máxima Admissível	15 mbar	1,5 mbar
Velocidade Máxima Admissível	15 m/s	10 m/s

- **Folha de Cálculo**

Apresenta-se em anexo.

- **Seleção do Contador e do Redutor**

- **Contadores**

Caudal max.(m³/h)	Contador
6,0	G4

- **Redutores**

Redutor de média pressão que reduz a pressão da rede pública para 300 mbar

Caudal (m³/h)	Redutor	Débito do redutor a 0,8 bar (m³ /h)
81 - 120	Tipo 14	≥120

Uma vez que se trata de um edifício com muitas frações, e como tal necessita de um elevado caudal. Assim, o redutor terá de ser do tipo 14 com ligação de entrada com vedação por junta esférica (G 1 1/4 “) e ligação de saída com vedação por junta plana (G 2 1/4 “).

Redutores Individuais - Ps 21 mbar

Caudal max. (m³/h)	Redutor
6	B6 VSI

- **Especificações Técnicas dos Materiais e Equipamentos**

- **Caudal Instantâneo**

O ramal principal será ligado á rede de distribuição da concessionária, devendo satisfazer um caudal instantâneo de **20,77 m³/h**.

Da caixa de corte geral sairão duas colunas rasantes, uma para o bloco A que deve satisfazer um caudal de **10,54 m³/h**, e outra para o bloco B, que deve satisfazer um caudal de **10,23 m³/h**.

Para as frações compostas por fogão é necessário um caudal instantâneo de **1.20 m³/h**.

- **Caixa de Corte Geral (CA)**

A caixa de entrada deverá ser fechada, ventilada, construída em material incombustível, com a palavra “GÁS” indelével na face exterior da porta e deve conter os seguintes equipamentos:

- ✓ Válvula de encravamento, à entrada, só rearmável pela concessionária, com ligações por junta esferocónica segundo a norma NFE 29-536 e rosca macho cilíndrica segundo ISO 228 ¾ “;
- ✓ Redutor de pressão com segurança incorporada, permitindo cortar o gás em caso de baixa de pressão a montante ou de excesso de caudal a jusante com rearme manual;
- ✓ Válvula de corte rápido de ¼ de volta à saída;
- ✓ Acessórios de ligação na entrada e saída do contador;
- ✓ Acessório de transição PE/Metal;
- ✓ Ligação equipotencial.

A manga protetora para a entrada do ramal deverá ser embebida na parede com um diâmetro interior mínimo de 50 mm, raio de curvatura mínimo de 600 mm e com a extremidade exterior ao imóvel enterrada a uma profundidade de 600 mm.

A distância entre o fundo da caixa e o pavimento não deve ser inferior a 40 cm nem superior a 140 cm, adotando-se sempre que possível 40 cm.

- **Ligação Equipotencial**

Todas as tubagens deverão ser ligadas à “terra” e sua continuidade elétrica será assegurada por braçadeiras metálicas.

Os condutores de “terra” deverão ser de cobre, de aço galvanizado ou de aço revestido de cobre, ou outro material apropriado.

Não é admitida a utilização das tubagens de gás para ligação à terra das redes elétricas ou outras.

Se a tubagem após a caixa do contador for enterrada em polietileno deverá a ligação terra ser colocada na caixa de transição PE/Metal.

- **Válvulas de Corte Rápido**

Válvulas de corte de $\frac{1}{4}$ de volta, de macho esférico, com vedação por junta plana e rosca macho cilíndrica segundo ISO 228, com indicação de sentido e de posição Aberta/Fechada.

As válvulas deverão ser da classe MOP 5 e não podem possuir qualquer dispositivo de encravamento na posição aberta.

No caso dos aparelhos de gás deverá ser colocada uma válvula, a uma distância máxima de 0,8 m e a uma altura entre 1,0 e 1,4 m do pavimento para cada aparelho.

- **Caixa do Contador**

Caixa de contador de tipo normalizado, fechada, seca, ventilada, em material incombustível, com a palavra "GÁS" indelével e a expressão ou símbolo equivalente "PROIBIDO FUMAR OU FAZER CHAMA" na face exterior da porta, com indicação do fogo a que pertence e com acessibilidade de grau 1.

Os contadores em bateria deverão possuir identificação indelével do fogo a que pertencem.

Nota: As dimensões devem ser confirmadas com a entidade distribuidora no momento da execução da instalação.

- **Características do Redutor**

O redutor de entrada do imóvel deverá referir o tipo de gás, caudal máximo requerido, pressão máxima e mínima à entrada e pressão de saída. Deve ainda ter a ligação de entrada por junta esferocónica conforme norma NFE 29-536 e rosca fêmea cilíndrica segundo ISO 228 $\frac{1}{4}$ ", ligação de saída por junta plana e rosca fêmea cilíndrica conforme ISO 228 $\frac{1}{4}$ ". Deve ter grupo de regulação RG 5 ou 10 e grupo de pressão de fecho SG 10 ou 20, conforme DIN 3380. Deve ter os dispositivos de segurança requeridos, nomeadamente corte da passagem de gás em caso de excesso ou queda de pressão à saída (encravamento

com rearme manual), limitação de pressão na saída - válvula de segurança. Sempre que os redutores ou reguladores dispuserem de sistema de segurança contra sobrepressões internas, e eventual libertação de gás por esses sistemas deve ser recolhida por uma tubagem coletora que descarregue em local seguro. (Ponto 5 e 6 – Art. 26º - Portaria 361/98).

A tubagem coletora deve:

- ✓ Ter extremidade livre orientada para baixo e situada no exterior do edifício, a uma distância igual ou superior a 2 m de qualquer orifício em que os gases possam penetrar;
- ✓ Nos casos de conversão ou reconversão e sempre que manifestamente não seja possível cumprir o disposto no ponto anterior, poderá aquela distancia ser reduzida para um valor até 0,5 metros;
- ✓ Ser de metal e a sua extremidade protegida contra a entrada de insetos ou corpos estranhos;
- ✓ Ter um diâmetro tal que o sistema não ofereça resistência à passagem do fluxo de gás.

- **Ventilação**

A montagem dos aparelhos de queima deverá ser feita segundo a norma NP 1037-1 em ambiente com boa ventilação de modo a garantir uma boa renovação de ar. A área de entrada mínima de ar, para ventilação do local da instalação, deve ser igual ou superior a 100 cm².

Estas entradas de ar podem ser realizadas por intermédio de orifício ou conjuntos, cuja soma das áreas deverá ser maior ou igual ao valor acima mencionado. Estas devem estar colocadas numa parede exterior, a uma altura máxima de 1,5 m e de modo a que não sejam obstruídos por portas, mobiliário, ou qualquer outro obstáculo.

- **Evacuação dos Produtos de Combustão**

A exaustão dos aparelhos do Tipo A: (Exemplo fogão) aparelhos em que os gases de combustão neles produzidos descarregam diretamente para a atmosfera envolvente.

Os compartimentos devem estar providos de chaminé ou sistema associado a conduta de evacuação dos gases de combustão e os aparelhos devem ser instalados em locais que facilite a exaustão dos gases de combustão produzidos.

A exaustão dos aparelhos do Tipo B: (Exemplo esquentador, caldeira) deverão ser ligados a uma conduta de extração de fumos. No caso do esquentador será com tubagem em chapa “tipo spiro”, com secção igual à saída do aparelho, em conformidade com a NP 1037-1.

A exaustão dos aparelhos do Tipo C: (Exemplo caldeira mural estanque) são aparelhos de circuito estanque, isto é, recebem o ar de combustão e descarregam os gases de queima respetivamente de e para o exterior do imóvel, através de condutas fornecidas com o aparelho. O lado externo do equipamento de admissão de ar/descarga de produtos de combustão tem sempre uma ventosa que impede os ventos incidentes de interferirem com o processo de queima do aparelho.

- **Condições Técnicas de Montagem**

- **Condições Gerais**

Toda a instalação será obrigatoriamente executada por Entidades Instaladoras qualificadas e reconhecidas pela Direção Geral de Energia conforme Decreto-Lei 521/99, Artigo 7º.

Todos os equipamentos e materiais constituintes da instalação pertencem ao Proprietário do Imóvel e serão montados pelo instalador, com exceção do contador que pertence à concessionária.

As soldaduras devem ser executadas por soldadores qualificados com certificado oficial atualizado conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 49º.

- **Implantação da Tubagem**

A instalação da tubagem deve cumprir as indicações contidas no projeto, os tubos de aço, cobre e PEAD devem obedecer às normas, respetivamente, EN-10201-1, EN-1057 e ISO 4437 ou tecnicamente equivalentes.

- **Tubagens Embebidas na Parede ou no Pavimento**

Os tubos de cobre embebidos deverão possuir um revestimento em PVC, PE ou outro material equivalente que lhes assegure proteção química e elétrica conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 8º e Artigo 20º.

Na seguinte tabela apresenta-se o afastamento mínimo da tubagem de gás relativamente às outras tubagens.

<i>Tubagem</i>	Distância (cm)	
	Paralelos	Cruzamentos
Redes de vapor ou água quente	5	3
Redes elétricas	10	3
Chaminés e condutas de ar	5	5

As tubagens embebidas deverão ter um recobrimento mínimo de 2 cm de espessura conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 20º.

O traçado das tubagens embebidas deve ser retilíneo. Os troços horizontais deverão situar-se na parte superior da parede a uma distância máxima de 0,2 m do teto ou dos elementos de estrutura resistentes. Os troços verticais deverão estar na prumada das válvulas de corte aos aparelhos, conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 20º com as alterações introduzidas pela Portaria 690/2001.

Nas tubagens embebidas em pavimentos, o percurso deve fazer-se preferencialmente em direção paralela, com afastamento máximo de 0,2 m ou perpendicular à parede contígua conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 20º.

As mudanças de direção nos tubos serão executadas a frio, com um raio de curvatura mínimo igual a 30 vezes o diâmetro exterior dos mesmos, ou recorrendo a acessórios de modelo oficialmente aprovado se a curvatura tiver de ser inferior ao anteriormente indicado.

Sempre que forem realizadas mudanças de direção por meio de soldadura ou brasagem forte ou forem utilizadas juntas mecânicas, estas zonas serão obrigatoriamente localizadas em caixas de visita com acessibilidade de grau 3.

Sempre que uma tubagem enterrada penetre num edifício, através das suas paredes ou fundações no subsolo, o espaço anelar entre a tubagem e a parede deve ser obturado de modo estanque.

- **União de Tubagens**

- **União de Tubos de Cobre**

As ligações entre tubagens de cobre, de cobre com latão ou bronze devem ser feitas por meio de brasagem forte (Portaria 361/98 Artigo 48º n.º 5):

Cobre $\varnothing < 54$ mm

Brasagem capilar forte (o material de adição é uma liga com 40% de prata, Temperatura de fusão superior a 450 °C. O metal de adição no estado líquido, penetra, por capilaridade, entre as duas peças a unir, as quais se apresentam em sobreposição).

- **Verificações Finais e Ensaios**

Executada a instalação e com esta toda à vista, deve a Empresa Instaladora realizar os ensaios e demais verificações de segurança exigíveis na presença do Técnico de Gás responsável pela instalação e de um representante da entidade inspetora. Feitas estas verificações, e havendo acordo quanto aos resultados, a firma instaladora emitirá o Termo de Responsabilidade previsto para o efeito, sendo o duplicado entregue à empresa distribuidora conforme Decreto-Lei 521/99, Artigo 11º e Portaria 361/98, Artigo 63º.

Para instalações cuja pressão de serviço é superior a 400 mbar é necessário a realização de ensaios de resistência mecânica, ensaio esse que é efetuado a uma pressão de 6 bar durante 6 horas ou o tempo necessário a deteção de eventuais fugas.

O ensaio de estanquidade deverá ser feito a uma pressão de 150 mbar durante 2 horas, com aparelhos de medida adequados e com escalas de leitura de suficiente sensibilidade, e que possuam certificado válido como sendo de incerteza máxima de 0,5% conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 65º.

O fluido de ensaio deverá ser preferencialmente o azoto podendo, no entanto, ser ar conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 65º.

Na pesquisa de fugas deve-se utilizar uma solução espumífera, sendo interdito o uso de chamas conforme disposto na Portaria 361/98, Artigo 66º.

- **Disposições Gerais**

Toda a instalação será executada na observância das normas de segurança em vigor e em conformidade com a legislação aplicável.

A tubagem de gás não pode:

- ✓ Ficar em contacto direto com o metal das estruturas de betão das paredes, pilares ou pavimentos;
- ✓ Atravessar juntas de dilatação nem juntas de rutura de alvenaria ou betão;
- ✓ Passar no interior de ocos, a não ser que fique no interior de uma manga estanque e sem soluções de descontinuidade, desembocando pelo menos uma das extremidades dessa manga instalada num local ventilado;
- ✓ Ser instalada em chaminés;
- ✓ Ser causa, pela construção de roços de diminuição da solidez ou de redução da ventilação, da estanquidade ou isolamento térmico ou sonoro da obra.

As tubagens de gás não devem atravessar:

- ✓ Locais que contenham reservatórios de combustível líquidos, depósitos de combustíveis sólidos ou recipientes de gases de petróleo liquefeitos;
- ✓ Conduatas de lixos domésticos e alvéolos sanitários;
- ✓ Conduatas diversas, nomeadamente de eletricidade, água telefone e correio;
- ✓ Caixas de elevadores e monta cargas;
- ✓ Casas das máquinas de elevadores ou de monta cargas;
- ✓ Cabinas de transformadores ou de quadros elétricos;
- ✓ Espaços vazios das paredes duplas, salvo se no atravessamento a tubagem for protegida por uma manga sem soluções de continuidade, cujos extremos sejam complanares com a parede, sendo o espaço anelar entre a tubagem e a manga preenchido com uma matéria isolante e não higroscópica;
- ✓ Parques de estacionamento cobertos;
- ✓ Outros locais com perigo de incêndio.

As restrições impostas em cima não são aplicáveis se as tubagens de gás ficarem contidas numa manga metálica contínua, estanque, cujas extremidades se encontrem em

espaços livremente ventilados, de modo a que eventuais fugas de gás sejam conduzidas até aos extremos da manga, os quais devem descarregar essas fugas de modo a não constituírem perigo.

- **Disposições Finais**

Apresenta-se em anexo as peças desenhadas com a localização dos diversos dispositivos, traçado das tubagens, pormenorização e demais elementos considerados essenciais.

Em tudo o omissos aplica-se o Decreto-Lei 521/99 de 10/12, a Portaria 361/98 de 26/06, a Portaria 690/2001 de 10/06 e as demais normas aplicáveis em vigor.

5.3.6. Projeto de Condicionamento Acústico

Para o projeto em causa, é apresentada a memória descritiva e justificativa. As peças desenhadas e mapas de dimensionamento encontram-se em anexo.

- **INTRODUÇÃO**

Refere-se a presente memória descritiva ao estudo acústico relativo a um Edifício de Habitação Coletiva e Comércio, que se pretende licenciar na Rua Nuno Álvares Pereira e Rua Infante D. Henrique, na União de Freguesias de Santo Tirso, Couto (St. Cristina e S. Miguel) e Burgães, do concelho do Santo Tirso, cujo requerente é Archee Madeira – Construções, Lda.. Este estudo consiste na verificação das soluções preconizadas no projeto de arquitetura, de forma a garantir no edifício um ambiente com padrões de conforto adequados.

- **ANÁLISE DA SITUAÇÃO**

Neste estudo vão ser levados em conta dois mecanismos de transmissão de ruídos que ocorrem muitas vezes em simultâneo:

- Sons de condução aérea.
- Sons de condução estrutural.

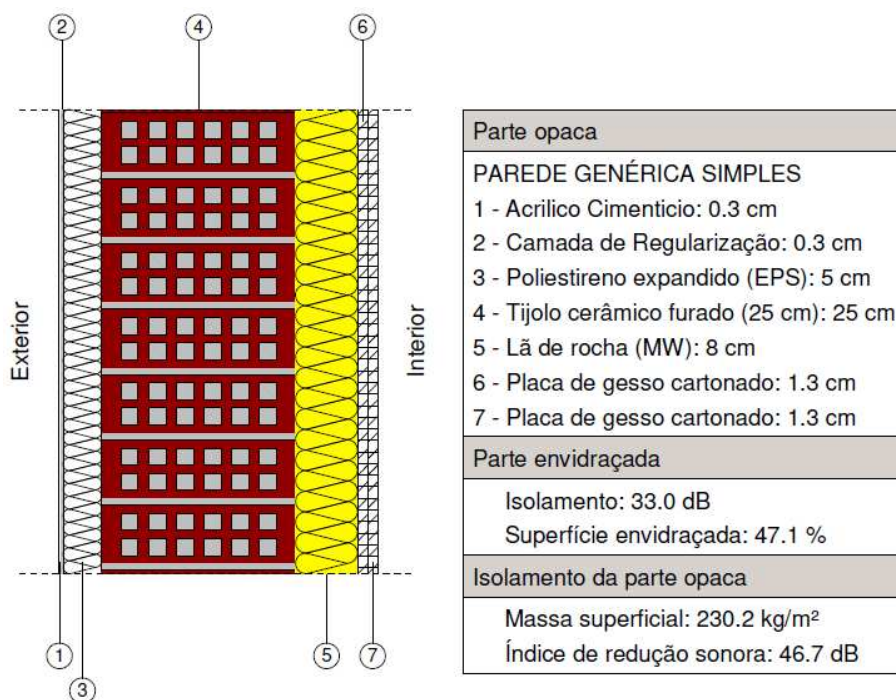
É de salientar que a transmissão aérea poderá ainda ser, direta através do elemento de separação ou marginal, através da fachada e outras paredes por contornamento e através das canalizações ou tubagens existentes.

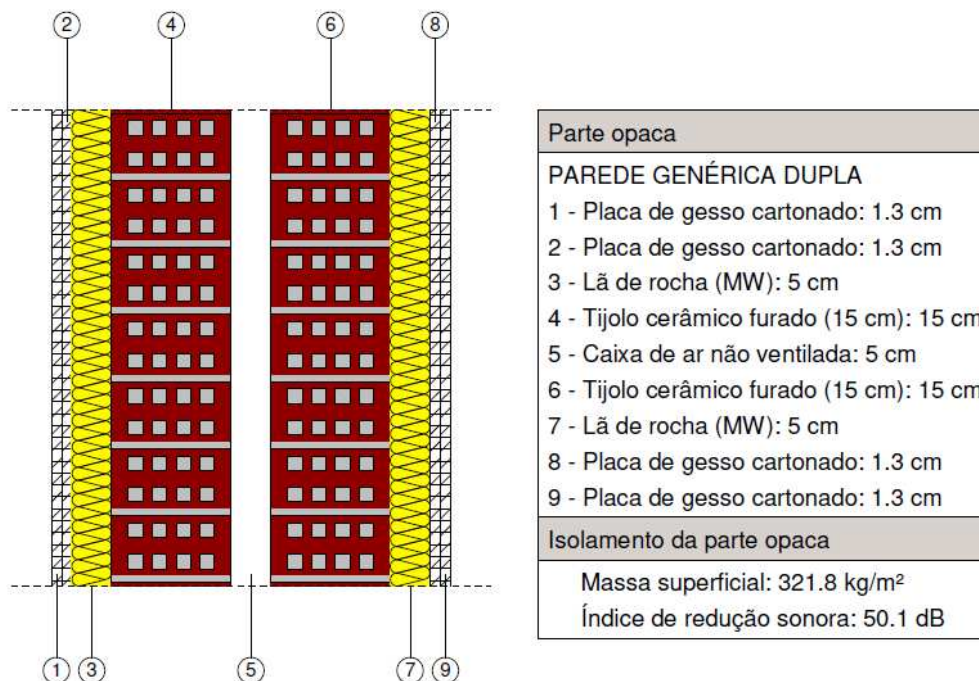
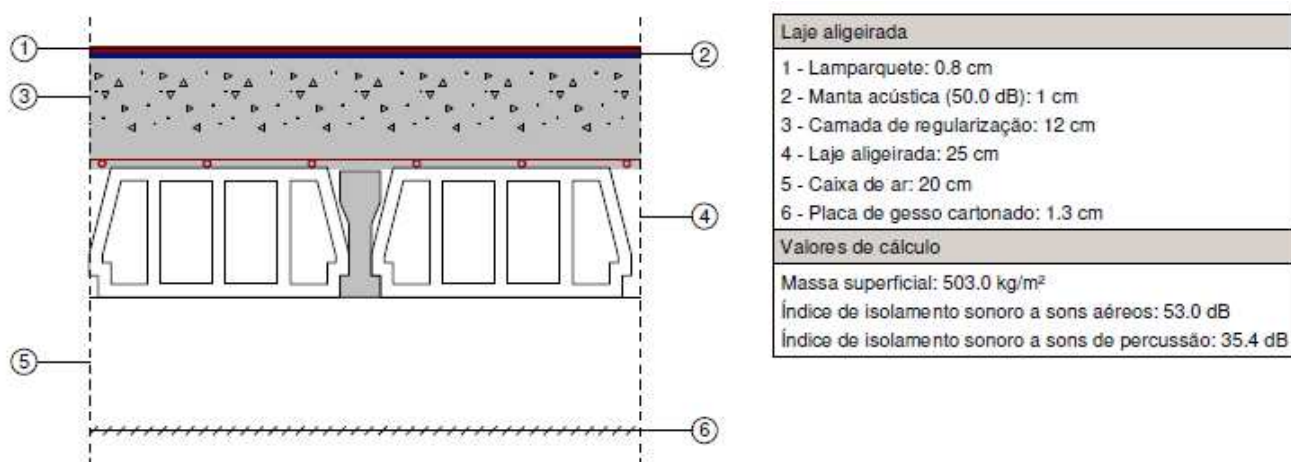
Atendendo à situação relativa do terreno e à sua envolvente, zona do edifício e tendo em conta o seu enquadramento nos mapas de ruídos, poderá o local ser integrado em “Zonas sensíveis”.

- **ELEMENTOS CONSTRUTIVOS**

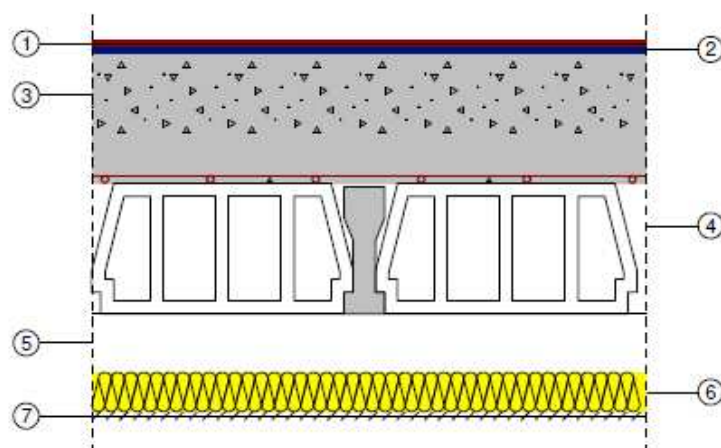
PAREDE EXTERIOR

- PE 1



PAREDE INTERIOR – SEPARAÇÃO DE FRAÇÕES• PI 1PAVIMENTOS• PAV 1

- **PAV 2**



Laje aligeirada
1 - Lamparquete: 0,8 cm
2 - Manta acústica (50,0 dB): 1 cm
3 - Camada de regularização: 13 cm
4 - Laje aligeirada: 27 cm
5 - Caixa de ar: 9 cm
6 - Lã de rocha (MW): 6 cm
7 - Placa de gesso cartonado: 1,3 cm
Valores de cálculo
Massa superficial: 577,0 kg/m²
Índice de isolamento sonoro a sons aéreos: 58,9 dB
Índice de isolamento sonoro a sons de percussão: 29,5 dB

- **SONS DE CONDUÇÃO AÉREA E SONS DE PERCUSSÃO**

De acordo com a Regulamentação em vigor, o edifício em análise, está sujeito ao cumprimento dos seguintes requisitos acústicos:

- O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado, $D_{2m,nT,w}$, entre o exterior dos edifícios (emissão) e os compartimentos interiores, do qual faz parte integrante, como locais recetores (receção) deverá satisfazer as seguintes condições: $D_{2m,nT,w} \geq 36\text{dB}$ em zonas mistas e sensíveis, de acordo com as alíneas c), d) e e) do n.º 1 do artigo 11.º do regulamento; $D_{2m,nT,w} \geq 31\text{dB}$ em zonas sensíveis, de acordo com as alíneas b) do n.º 1 do artigo 11.º do regulamento;

O desligamento dos elementos estruturais do edifício com os elementos verticais da envolvente far-se-á através da execução de um roço em toda a volta e a aplicação de bandas resilientes. Além disso, o revestimento do piso poderá ser efetuado em material semirrígido assente sobre camada resiliente para simultaneamente absorver impactos e não transmitir. Outro tipo de ruídos também correntes na construção são os denominados “Ruídos das instalações”, e que poderão ocorrer devido a diversos fatores tais como, velocidade excessiva de escoamento da água, às características e traçado das canalizações, presença de ar ou vapor nas canalizações, variações de temperatura, vibrações introduzidas na edificação pelas canalizações, funcionamento de válvulas e torneiras, alimentação dos aparelhos sanitários, traçado e dimensionamento incorretos das redes e calibres inadequados dos sifões nas instalações de esgotos e instalação defeituosa dos aparelhos sanitários.

- **CÁLCULO**

Neste caso efetuou-se o estudo para os quartos todos do piso 1, por se tratarem dos locais mais desfavoráveis do edifício. Para este estudo verificou-se o cumprimento do estipulado no artigo 5º do Regulamento, apresentando-se nos cálculos justificativos as folhas de cálculo que demonstram que são garantidas as exigências regulamentares.

Nas peças desenhadas apresentam-se alguns pormenores construtivos que permitem minimizar os efeitos dos sons de percussão quer por condução estrutural ou transmissão marginal.

Todos os materiais e soluções construtivas serão adotados com vista ao cumprimento da legislação em vigor, nomeadamente, Regulamento Geral do Ruído aprovado pelo Decreto de Lei nº 9/2007 de 17 de Janeiro e o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto n.º 129/02 de 11 de Maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto de Lei nº 96/2008 de 9 de Junho.

Os restantes projetos e elementos do edifício, executados, são apresentados como anexos.



Figura 13 - Realidade virtual do Edifício ARCHEE

6. Conclusão/Discussão

Todas as obras têm por base um projeto, desde as mais elementares às mais complexas. Mesmo nos casos em que esse projeto não tem suporte físico evidente (desenhos, esquemas, cálculos), ele existe na mente de quem decide fazer a obra e, posteriormente, na de quem a executa.

Os diversos projetos podem diferir de modo substancial no que diz respeito ao grau de pormenor e de rigor no planeamento das tarefas a realizar, dos materiais a utilizar e das técnicas de execução. Do mesmo modo varia também a capacidade de prever e garantir determinados níveis de qualidade, traduzidos, não só pelo desempenho final das obras, mas também pelos seus custos, facilidade e rapidez de execução [5].

Desta forma, as aplicações dos programas informáticos de dimensionamento poupam bastante tempo na análise e execução dos projetos e reduzem a probabilidade de ocorrência de erros graves que podem por em causa a construção dos edifícios assim como a coordenação entre as várias especialidades dos projetos de Engenharia Civil.

Com a realização do estágio foi possível adquirir competência de trabalho em equipa e partilha de opiniões e soluções entre os técnicos o que permitiu ser bastante enriquecedor para a formação futura pois obrigou ao desenvolvimento do espírito crítico e da consolidação de conhecimentos pelas diversas especialidades do projeto de forma a conseguir explicar as soluções de forma a que os requerentes e donos de obra entendam bem o que está a ser proposto.

Ao longo do tempo e como exposto nas tabelas 7, 8 e 9 foram realizados projetos de várias tipologias de edifícios e para concelhos diferentes.

Isto permitiu aferir que cada Câmara Municipal se rege pelo seu próprio regulamento de preparação e submissão de processos para Licenciamento o que dificulta o trabalho dos técnicos pois para cada Município existe uma forma diferente de preparação dos processos para submissão e Licenciamento.

Além das diversas formas de preparação de formatos digitais dos processos, existem exigências diferentes quanto à certificação externa de projetos, nomeadamente Abastecimento e Drenagem de Águas, pois existem Municípios que recebem os projetos completos e enviam para certificar enquanto que outros exigem a entrega dos respetivos pareceres favoráveis aquando da entrega dos projetos.

Quanto às especialidades de Gás e Segurança Contra Incêndios, estas têm que ser sempre enviadas para certificação externa, sendo a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) a entidade responsável pela análise e emissão do respetivo parecer da especialidade de Segurança Contra Incêndios, enquanto que para a Rede de Gás existem várias entidades para o efeito, trabalhando o gabinete com a GASAIR.

A possibilidade de realizar projetos de Gás e Segurança Contra Incêndios foi uma mais valia na medida em que foram transmitidos os conhecimentos para o seu desenvolvimento e criaram mais curiosidade e interesse por estas vertentes.

Relativamente aos objetivos propostos, entende-se que estes foram cumpridos, uma vez que para além da realização dos projetos propostos, foi possível o acompanhamento dos respetivos processos nas entidades competentes e ainda o acompanhamento de algumas obras para as quais a empresa elaborou os projetos como foi o caso apresentado no Capítulo 5, entre outras também localizadas em Santo Tirso mas de menor porte.

Além dos objetivos indicados foram realizados processos de autorização de utilização, corte de via pública, pedidos de ocupação de espaço público com equipamentos e máquinas o que proporcionou um maior enriquecimento da perceção de como os processos de diferentes atribuições se processam e desenvolvem.

Em suma, considera-se o estágio bem conseguido uma vez que dotou o estagiário de conhecimentos necessários ao trabalho de gabinete em projetos de engenharia civil e nas entidades competentes, capacidade de argumentar as suas propostas e trabalho em equipa cada vez mais necessário e valorizado.

As tabelas 7, 8 e 9 resumem o trabalho efetuado na empresa acolhedora e os vários tipos de processos de obtenção de licenças elaborados e aprofundados.

O presente relatório foi elaborado recorrendo às referências bibliográficas descritas no Capítulo 7.

Este terá continuidade na medida em que a obra continuará a ser acompanhada conforme acordo com o dono de obra.

	Projetos de Especialidades	Licenciament o		Legalização		Comunicação Prévia		Telas Finais	
		C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção	C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção	C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção	C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção
Habitação Unifamili ar	Estabilidade	-	5	-	1	-	14	-	-
	Abastecimento de Água	4	18	-	1	2	21	-	-
	Drenagem de Águas Residuais Domésticas	4	18	-	1	2	21	-	-
	Drenagem de Águas Pluviais	4	18	-	1	2	21	-	-
	Rede de Gás	21	-	-	-	9	-	-	-
	Comportamento Térmico	-	4	-	-	-	14	-	-
	Condicionament o Acústico	-	19	-	-	-	23	-	-
	Ficha SCI	-	13	-	-	-	23	-	-
	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 11 - Projetos para habitações unifamiliares

	Projetos de Especialidades	Licenciament o		Legalização		Comunicação Prévia		Telas Finais	
		C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção	C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção	C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção	C/Cer tifica ção	S/Cer tifica ção
Habitação coletiva	Estabilidade	-	-	-	-	-	-	-	1
	Abastecimento de Água	6	5	-	-	-	-	-	2
	Drenagem de Águas Residuais Domésticas	9	2	-	-	-	-	2	-
	Drenagem de Águas Pluviais	6	5	-	-	-	-	-	2
	Rede de Gás	11	-	-	-	-	-	2	-
	Comportamento Térmico	-	-	-	-	-	-	-	1
	Condicionamento Acústico	-	9	-	-	-	-	-	2
	Ficha SCI	-	1	-	-	-	-	-	2
	SCI	8	1	-	-	-	-	-	2

Tabela 12 - Projetos para habitação coletiva

	Projetos de Especialidades	Licenciamento		Legalização		Comunicação Prévia		Telas Finais	
		C/Certificação	S/Certificação	C/Certificação	S/Certificação	C/Certificação	S/Certificação	C/Certificação	S/Certificação
Indústrias	Estabilidade	-	1	-	-	-	-	-	-
	Abastecimento de Água	1	1	1	1	-	-	-	-
	Drenagem de Águas Residuais Domésticas	2	-	1	1	-	-	-	-
	Drenagem de Águas Pluviais	1	1	1	1	-	-	-	-
	Rede de Gás	1	-	-	-	-	-	-	-
	Comportamento Térmico	-	-	-	-	-	-	-	-
	Condicionamento Acústico	-	2	-	-	-	-	-	-
	Ficha SCI	-	-	-	-	-	-	-	-
	SCI	1	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 13 - Projetos para edifícios industriais

7. Referências Bibliográficas

- [1] Couto, J. P., & Teixeira, J. M. (2006). A qualidade dos projetos: uma componente para a competitividade do setor da construção em Portugal. São Paulo, Brasil.
Obtido de: Universidade do Minho -
<<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7008/1/090NUTAU.pdf>>
- [2]<<https://www.facebook.com/177806169071731/photos/a.182380355280979.1073741829.177806169071731/396713843847628/?type=3&theater>>
- [3] Cachim, P. B., & Moraes, M. M. (2013). *Estruturas de Betão Armado - Bases de Cálculo*. Aveiro: Publindústria, Edições Técnicas.
- [4] Abreu, L. F. V. (2013). *Avaliação de Segurança de Estruturas de Betão Armado*. Dissertação apresentada ao I.P.S para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.
- [5] Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica. (2009). *Manual de Alvenaria de Tijolo* (2ª ed.). Coimbra: Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro.
- [6] Afonso, A. B. (1997). *O Novo Regulamento Português de Águas e Esgotos – Anotado e Comentado* (Vol. I). Coimbra: Gráfica de Coimbra.
- [7] Appleton, J. (2013). *Estruturas de Betão* (1ª ed., Vol. I). (E. Orion, Ed.) Lisboa.
- [8] Reis, A. C., Farinha, M. B., & Farinha, J. B. (2012). *Tabelas Técnicas*. Lisboa: Edições Técnicas E. T. L., Lta.
- [9] Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril. Diário da República – I Série – A, Nº67 – RCCTE.
- [10] Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto do Ministro da Economia e do Emprego. Diário da República, 1ª Série, Nº159 – SCE, REH, RECS
- [11] Fernandes, M. M. (2011). *Mecânica dos Solos* (Vol. 2). *Introdução à Engenharia Geotécnica*. (1ª ed.) (FEUP edições). Porto.
- [12] Decreto-Lei n.º 97/2017 de 10 de Agosto. Diário da República – I Série – A, Nº 154/2017.
- [13] Decreto-Lei n.º 220/2008 de 11 de Novembro. Diário da República – I Série – A, Nº 220/2008 – SCIE

- [14] Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro. Diário da República – I Série – A, N.º 159/2017
- [14] Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto. Diário da República – I Série – B, N.º 23/95 - RGSPDADAR
- [15] Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro. Diário da República – I Série, N.º 12/2007 – RGR
- [16] Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio. Diário da República – I Série – A, N.º 129/2002 – RRAE
- [17] Pedroso, Vitor M. R. (2016). Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas. (6ª ed.) (LNEC). Lisboa.
- [18] P. Azevedo; F. Barbosa. Relatório SIKA – Proposta/Parecer Técnico – Edifício Multifamiliar em Santo Tirso. 27 de Fevereiro de 2017
- [19] CRV – Construções, Lda. “Ampliação e Recuperação do Edifício Sul – Santo Tirso” Relatório Geotécnico Ref.C638R448/17
- [20] Ferreira Lapa, Lda. “Relatório Técnico de Inspeção Estrutural” Relatório de inspeção e avaliação estrutural. Julho de 2017
- [21] Santo Tirso em Revista (2016). Infomail. (5ª ed.) (Município de Santo Tirso). Santo Tirso (Páginas 4 a 7).

8. Anexos

8.1 Projeto de Estabilidade – Edifício ARCHEE

8.2 *Projeto de Abastecimento de Água – Edifício ARCHEE*

8.3 Projeto de Drenagem de Águas Residuais Domésticas – Edifício ARCHEE

8.4 *Projeto de Drenagem de Águas Pluviais – Edifício ARCHEE*

8.5 *Projeto da Rede de Gás – Edifício ARCHEE*

8.6 *Projeto de Comportamento Térmico – Edifício ARCHEE*

8.7 Projeto de Condicionamento Acústico – Edifício ARCHEE

8.8 Projeto de Segurança Contra Incêndios – Edifício ARCHEE